

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ _____

_____ **ВЕСТНИК КазНУ**

VESTNIK KazNRTU _____

№5 (123)

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
М.К. Орунханов – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева, Ж.Ж. Байгунчеков-акад. НАН РК, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумекоев, Б. Кенжалиев, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубекоев, Н.С. Сеитов - член-корр. НАН РК..

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 904, тел. 292-63-46
n. fedossenکو @ ntu. kz

УДК 552.31

А.Б. Байбатша, Г.М. Омарова

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, baibatsha48@mail.ru)

О ЕДИНОМ МАНТИЙНОМ ИСТОЧНИКЕ ПАЛЕОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ КЫРГЫЗСКО-ТЕРСКОЙ ГЕОСУТУРНОЙ ЗОНЫ

Аннотация. Выполнен анализ геологического строения и геодинамики одного из перспективных на полезные ископаемые районов Северо-Тянь-Шаньской складчатой системы - Кыргызско-Терской минерагенической зоны. В этой зоне развиты разновозрастные и разные по составу интрузивные образования и их эффузивные аналоги, которые локализованы в геосутурной зоне глубинных разломов. По своей природе магматические образования можно рассматривать как дериваты мантийного плюма, который развивался в течение палеозоя и привел к формированию магматических комплексов района из единого источника. С магматическим комплексом и их метасоматическими производными генетически и пространственно связаны золоторудные объекты.

Ключевые слова: плюм, магматические комплексы, метасоматизм, золотое оруденение.

В настоящее время становится все более признанным представление об активном участии мантийных плюмов и суперплюмов в формировании геотектоники и геодинамики определенных регионов нашей планеты, характеризующихся с крупными и уникальными месторождений полезных ископаемых [1-3, 6-8, 10].

Анализ тектонического строения особенностей состава и взаимоотношения магматических образований Кыргызско-Терской минерагенической зоны, расположенной в пределах Северо-Тянь-Шаньской складчатой системы, обнаруживает их гомодромную последовательность в едином тектоно-магматическом цикле палеозоя. По новейшему геотектоническому районированию территории Казахстана, Кыргызско-Терская минерагеническая зона приурочена ко второй кольцевой геосутурной структуре, которая создана палеозойским суперплюмом [5, 8].

В Кыргызско-Терской металлогенической зоне известны многочисленные месторождения и рудопроявления преимущественно золоторудной специализации, в том числе месторождение золота Коккия. Геологическая позиция месторождения определяется приуроченностью его к кровле массива гранодиоритов верхнедевонского интрузивного комплекса. Стратифицированные образования представлены терригенными и вулканогенными образованиями аксайской свиты и кислыми кристалловитрокластическими туфами и конгломератами талдысуской свиты. Интрузивные породы верхнедевонского магматического комплекса занимают около одной трети площади рудного поля и обнажаются по периферии участка. Контакты интрузивных тел, как правило, подновлены разрывной тектоникой (Гутермахер М.М и др., 2007), [11].

Развиваются вторичные кварциты по туфам, конгломератам и контролируются приконтактовыми и надинтрузивными участками штокообразных тел диоритового, сиенитового и сиенито-диоритового состава.

Интрузивные породы палеозоя, приуроченные к глубинным разломам геосутурной зоны, составляют значительную часть рассматриваемой территории и образуют следующие комплексы: 1) позднекембрийский-раннеордовикский (*караарчинский*); 2) среднеордовикский (*алмалинский*); 3) позднеордовикский-силурийский (*акташский*); 4) среднедевонский интрузивный комплекс; 5) позднедевонский субвулканический; 6) позднедевонский (*меркенский*). Краткая характеристика выделенных комплексов приводится по данным ГДП-200 (Гутермахер М.М и др., 2007).

Караарчинский интрузивный комплекс (С-О_{1к}). Образования комплекса встречаются в виде самостоятельных интрузивных тел среди вмещающих пород и в виде останцов в плутонах акташского комплекса. В первом случае они составляют самостоятельный массив в бассейне реки Караарча,

в остальных – группу останцов на правобережье реки Шарлысу и в междуречье рек Шарлысу-Туюктор. Вмещающие породы – образования формации натриевых базальтов – являются наряду с описываемыми интрузивными образованиями составными частями единой офиолитовой* вулканоплутонической ассоциации.

В строении массива участвуют серые мелкозернистые и среднезернистые габбро, темно-серые и черные мелкозернистые диабазы, черные крупнозернистые и среднезернистые пироксениты и перидотиты.

Караарчинский массив является плутоном третьей величины. По своей форме это вертикальный плутон с крутопадающими контактами. По отношению к тектоническому строению района интрузив является трещинным плутоном, приуроченным к зоне крупного околомеридионального разлома. Плутон полностью расположен в области развития коагматичных стратификатов офиолитовой ассоциации – формации натриевых базальтов.

Рассматриваемая офиолитовая ассоциация занимает промежуточное положение в последовательном ряду семейств ультрамафических и мафических формаций. В ее строении наряду с породами основного состава участвуют бесполовошпатовые разности, а в коагматах эффузивной фации наряду с базальтами участвуют пикробазальты и пикриты. Основная роль в строении ассоциации принадлежит породам основного состава.

Дифференциация мантийного расплава привела к отщеплению ультраосновных дифференциатов, что способствовало образованию слабо расслоенного плутона. Конкретная офиолитовая ассоциация занимает промежуточное положение в последовательном ряду семейств ультрамафических и мафических формаций.

*Офиолиты в современном понимании представляют собой ассоциацию ультраосновных-основных плутонических и вулканических пород мантии, перекрытых чехлом глубоководных осадков. Прежде офиолиты принимались только как реликты океанической коры, что на территории Казахстана практически отсутствуют.

Простое сопоставление петрохимических особенностей пород формации указывает на тождественность характеризующей триады: для всей ассоциации характерны близкие (и очень низкие) средние значения фельзического и мафического индексов, коэффициентов общей щелочности, марганец-железистого и титан-железистого коэффициентов.

Формация является аллохтонной, исходный материал которой сформировался на большой глубине. Характеризуемая формация – начальный ритм магматического мегаритма (инициальный магматизм) раннепалеозойского этапа тектономагматической активизации.

Алмалинский интрузивный комплекс (O_2al). Интрузивные тела комплекса встречаются как в виде самостоятельных тел среди стратифицированных образований, так и в виде крупных останцов в полихронных плутонах. В первом случае тела комплекса отмечены в долине реки Аспара, восточнее перевала Кокдонен и Кункыр и восточнее Макбелского выступа, во втором – в виде «островов» среди гранитоидов Ушбулакского плутона.

Комплекс сложный по своему составу. В его строении участвуют породы основного, среднего и кислого состава: габбро, диориты, кварцевые диориты, плагиограниты, дайки основного и кислого состава. Комплекс многофазный. В его составе выделяются: *первая интрузивная фаза* – серые и темно-серые крупно-, среднезернистые диориты и кварцевые диориты ($\delta_1 O_2a$); *вторая интрузивная фаза* – серые крупно-, среднезернистые плагиограниты ($\gamma_2 O_2a$).

Самостоятельные тела имеют в плане округлую, удлинённую или изометричную форму. Размеры их незначительные: от долей км² до 5-6 км². Незначительны и размеры останцов, сложенных породами первой фазы в полихронных плутонах (0,25-0,4 км²). Контуры останцов более сложные, часто причудливые, что является результатом интродуирования характеризующих пород магмой более молодых комплексов.

В строении фазы участвуют темно-серые и серые полнокристаллические крупно-, среднезернистые, реже мелкозернистые диориты и кварцевые диориты.

Крупный интрузивный Алмалинский массив, меридионального простирания, овальной формы, размером 20х8 км, сложенный гранитами, гранодиоритами отмечается заметным понижением гравитационного поля – локальной аномалией силы тяжести от -1,0 до 1,0 мГал и повышением магнитного поля, интенсивностью от -0,5 до $0,5 \cdot 10^2$ нТл, совпадающих в плане с размерами массива.

Актасский интрузивный комплекс (O_3-S_{1at}). Породы комплекса участвуют в строении двух самых крупных полихронных плутонов описываемой территории - Бузылганкольского и Кенкольского, слагающие участки плутонов размерами от первых до 30-35 км². Участвующие в строении Бузылганкольского плутона породы комплекса в районе перевала Актас, горы Аулие и в долине реки Аспара имеют активный контакт с терригенными отложениями ранне-среднего ордовика. Хорошо окатанная галька пород комплекса отмечается в конгломератах среднего и позднего девона. На многочисленных участках породы комплекса контактируют с более молодыми гранитоидами меркенского комплекса.

Комплекс многофазный, сформировавшийся в результате внедрения различного по составу магматического расплава. В нем выделяются: *первая интрузивная фаза*: габбро, габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты – v_1O_3-Sat , $v\delta_1O_3-Sat$, δ_1O_3-Sat ; *вторая интрузивная фаза*: гранодиориты, граниты – $\gamma\delta_2O_3-Sat$, γ_2O_3-Sat ; дайки первого и второго этапа.

Первая интрузивная фация – это крупнозернистые и среднезернистые габбро, габбро-диориты, диориты и кварцевые диориты нормального и умеренно щелочного (субщелочного) петрохимического ряда. Для пород главной фации характерны интенсивно проявившиеся процессы автотометаморфизма, отсутствующие или крайне слабо протекавшие в породах фации эндоконтактов. В результате автотометаморфизма в породах главной фации широко проявились процессы замещения калишпатов не только серицитом, но и шахматным альбитом, превращение полевых шпатов в антипертит. В таких разностях главной фации альбит преобладает над калишпатами.

Вторая интрузивная фаза – это крупнозернистые и гигантозернистые гранодиориты, биотит-роговообманковые граниты. Породы второй фазы имеют контакт с терригенными образованиями ранне-среднего ордовика и породами первой интрузивной фазы и, в свою очередь, прорываются гранитоидами меркенского комплекса. В составе второй фазы выделяются: 1) главная интрузивная фация; 2) фация эндоконтактов; 3) фация экзоконтактов.

Ведущим семейством пород, участвующим в строении второй фазы, является семейство гранодиоритов. Второстепенная роль в строении главной интрузивной фации принадлежит гранитам. На диаграмме Д. Пиккока характер вариационных кривых и значение индекса Д. Пиккока, равного 55,6, указывает на принадлежность формации к щелочно-известковой серии, а петрохимические особенности состава слагающих пород указывают на ее переходный (к известково-щелочному типу) характер. Среди пород щелочно-известковой группы главенствуют представители средней группы (со значением $\sigma = 1,8-3,0$). Породы слабой группы щелочно-известковой серии и переходной группы щелочной серии встречаются реже [10, 11].

Среднедевонский интрузивный комплекс (D_2) выделен в процессе проведения работ по программе ГДП-200 (Гутермахер М.М. и др., 2007). Породами комплекса сложена северная часть полихронного Ушбулакского массива, расположенного в западной части обследованной территории. Кроме того, отдельные тела комплекса участвуют в строении других полихронных плутонов (в бассейне реки Аспара) и слагают серии интрузивных тел в долине реки Каракыстак.

Состав комплекса сложный: в его строении участвуют гранодиориты, кварцевые диориты, диориты, сиениты, кварцевые сиениты, монцониты, монцодиориты и их субщелочные разности. Состав дайковой серии крайне разнообразен - от ультракислых гранитов до долеритов и их субщелочных разностей.

Наиболее крупным массивом комплекса является полихронный Ушбулакский плутон, северная часть которого расположена на территории Казахстана. Массив имеет удлиненную форму, его длинная ось вытянута в меридиональном направлении на 9 км при ширине обнаженного участка от 2 км на севере до 8 км.

Массив полихронный. В его строении принимают участие серия крупных останцов, сложенных породами первой интрузивной фазы аспаринского комплекса. По данным исследователей, изучавших южную часть плутона, плагиограниты второй фазы аспаринского комплекса играют значительную роль в его строении на южных склонах хребта (Гутермахер М.М. и др., 2007).

В строении Ушбулакского плутона и его сателлита участвуют серые, розовато-серые, желтовато-розовые, розовые гранодиориты, кварцевые диориты, диориты, монцониты, монцодиориты и их субщелочные разности. Явно подчиненная роль принадлежит розовым и яркорозовым сиенитам и кварцевым сиенитам, слагающим серию небольших тел на правом берегу реки Каракыстак и севернее перевалов Большая и Малая Коккия. Образование сложного породного ряда, слагающего Ушкудыкский массив – результат интенсивно протекавших процессов ассимиляции вмещающих пород. Внедряющийся расплав контаминировал и ассимилировал базальты кембрия и терригенные породы ордо-

вика. Следовательно, наличие многочисленных семейств с постепенными взаимопереходами в пределах плутона – результат интенсивно протекавших процессов нормального мультоступенчатого гибрида и ксеногибридизма по классификации А.Н. Заварицкого.

Среди пород комплекса, слагающих Ушбулакский массив, выделяются: главная интрузивная фация; фация эндоконтактов; фация сателлитов.

Главная интрузивная фация имеет гибридный состав, представлен гранодиоритами, диоритами и кварцевыми диоритами нормального и субщелочного ряда, граносиенитами и сиенитами, монцонитами и монцодиоритами. Между приведенными разностями отмечаются постепенные переходы. Средний вещественный состав формации (с учетом состава тел, не испытывавших процессов гибрида): кварцевые диориты и их субщелочные разности – 50,3%, монцониты, кварцевые монцониты, монцодиориты, кварцевые монцодиориты и их субщелочные разности – 10%, диориты, гранодиориты – 19,7%, граносиениты, сиениты – 20%.

Позднедевонский субвулканический комплекс (D₃) известен в долинах ручьев Коль и Теректы, в правом борту ручья Каракатты, в междуречье Каракыстак-Айранды. В состав комплекса входят незначительные по размерам штокообразные тела, прорывающие образования позднедевонской риолитовой формации, и межпластовые тела, расположенные среди пород эффузивной фации риолитовой формации. Первые целесообразно выделить в собственно субвулканическую субфацию, а межпластовые тела – в силловую субфацию комплекса. Форма штокообразных тел собственно субвулканической субфации в плане изометричная, овальная, удлинённая, размеры от сотен квадратных метров до 1 км². Мощность тел силловой субфации от 3 до 10 м.

Комплекс сложен породами андезибазальтового, трахиандезибазальтового, реже андезитового-трахиандезитового состава. Породы имеют среднюю плотностную характеристику –2,78-2,80 г/см³ и среднюю магнитную восприимчивость –500·10⁻⁶ сГс. Из-за незначительных размеров тел в гравимагнитных полях породы комплекса не могут оказывать существенного влияния на размеры и интенсивность аномалий, создаваемых отложениями вмещающих комплексов.

Субвулканические тела комплекса формировались в приповерхностных условиях. В районе перевала Талдыбулак верхнее из межпластовых тел внедрилось в 320 м от кровли эффузивной фации риолитовой формации. Штокообразные тела имеют активный контакт с вышележащими горизонтами лав и игнимбритов. Поэтому вполне вероятными представляются глубины формирования характеризующих тел, равных 350-200 м. На приповерхностные условия формирования указывают и миндалекаменные текстуры пород комплекса.

По характеру контрастности формация относится к группе слабоконтрастных. При этом набор слагающих пород (трахибазальты-трахиандезибазальты-трахиандезиты) являются непрерывными. Конкретная формация завершает формационный ряд среднепалеозойского периода тектономагматической активизации характеризующей территории.

Наряду с охарактеризованными ранее формациями и вулканоплутоническими ассоциациями орогенной стадии конкретная формация участвует в строении вулканоплутонического пояса описываемого района. Расположенный на описываемой территории фрагмент вулканоплутонического пояса ориентирован в широтном направлении, образуя прерывистую полосу на водоразделе и северных склонах хребта. При этом плутоны прорывают разновозрастные отложения, а их эффузивные комагматы накладываются на разнотипные структуры описываемого района. Следовательно, фрагмент вулканического пояса относится к группе переходящих (транзитных) поясов.

Фрагмент вулканического пояса состоит из двух гомодромных ритмов – ранне-среднедевонского и средне-позднедевонского. Завершилось построение пояса формированием антидромного ритма – трахиандезибазальтовой формации.

Позднедевонский меркенский интрузивный комплекс (D₃). Породы комплекса играют важную роль в геологическом строении описываемого района, участвуя в строении двух крупных полихронных массивов – Бузылганкольского и Кенкольского.

Находящаяся в пределах Казахстана основная часть Бузылганкольского массива расположена в междуречье рек Аспара-Каракыстак. Длинная ось плутона вытянута в запад-северо-западном направлении от водораздельной части хребта в верховьях реки Аспара до высоты 3783,0 на водоразделе в верховьях ручья Киши-Когаршик на 60 км. Ширина северной части плутона от 6-10 км на западе до 37 км в долине реки Аспара.

Площадь обнаженной части плутона на описываемой территории равна 250 км². В строении полихронного массива гранитоиды комплекса играют решающую роль. Западная линия контакта очень извилистая, с многочисленными «заливами» в сторону вмещающих пород, что позволяет предположить местами пологое падение контакта в сторону пород рамы. Непосредственные наблюдения над плоскостями западного контакта указывают на различную их крутизну – от 30-35° на северо-западе до 65-75° в районе горы Аулие. Южная граница массива вытягивается в северо-западном направлении по правобережью реки Каракыстак, где перекрыта осадками кайнозоя.

В зоне южного контакта, в водораздельной части абсолютные высотные отметки точек соприкосновения апикальной поверхности и останцов кровли находятся на высоте 4000,0 м; в 4,5 км к северо-западу, в районе перевала Кумбел контакт апикальной поверхности с останцами вмещающих пород находится на отметке 3700,0 м; в 20 км к северо-западу, в районе перевала Коккия апикальная поверхность находится на отметке 3300 м; далее к северо-западу, в горах Большие Ашумаилы апикальная поверхность уходит под вмещающие породы на отметке 2100 м.

Внедрением актасского комплекса завершилось формирование каледонской орогении, которая вместе с Макбелским жестким блоком в силуре представляла собой область денудации.

Выводы

Разновозрастные и разного состава интрузивные комплексы региона являются комагматическими образованиями. Основанием для суждения о комагматичности интрузивных образований различного состава служат их расположение в едином пространстве, приуроченном к зоне глубинного разлома, и смещение во времени от кембрия до девона включительно гомодромно от ультрабазитов до кислых пород. Дифференциация интрузивных пород по составу и времени связана с их физическими свойствами и химическим составом. Источником образования интрузивных комплексов служит мантийный плюм, внедренный в литосферу в начале каледонской тектоно-магматической активизации континента Казахстана [5]. Формирование своеобразной геотектоники современного Казахстана и прилегающих территорий связано с активным суперплюмом, действовавшим в течение палеозоя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] David A. Yuen, Shigerenori Maruyama, Shun-Ichiro Karato, Brian F. Windley. Superplumes: Beyond Plate Tectonics. – 2007. – XIV. – 569 p.
- [2] Joachim R.R., Ritter, Ulrich R. Christensen. Mantle Plums. 2007. – VIII. – 502 p.
- [3] Pirajno. F. Ore Deposits and Mantle Plumes. – 2000. – 576 p.
- [4] Авдеев А.В. Геодинамическая карта Южного Казахстана. Масштаб 1:500000 // Алматы. – 2001.
- [5] Байбатша А.Б. Плюм-тектоническая природа геологических структур и геодинамики территории Казахстана // ГеоБайкал, 2016. – Иркутск, Россия.
- [6] Байбатша А.Б. О новом взгляде на геологическое строение и геодинамическое развитие территории Казахстана // Изв. НАН РК, серия геологическая. – 2008. – №2. – С. 66-74.
- [7] Бекжанов Г.Р. Геологическое строение Казахстана // Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан. Алматы. – 2000.
- [8] Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана // Т.1. Глубинное строение и геодинамика. Алматы, 2002. – 224 с.
- [9] Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г. и др. Глобальная геодинамика // Новосибирск. СОРАН, 2001. – 409 с.
- [10] Миколайчук А.В., Собел Э. Структурная эволюция северной окраины Тянь-Шанского орогена // Известия НАН КР. Бишкек, 2003.

Байбатша Ә.Б., Омарова Г.М.

Қырғыз-терскей зонасы палеозой магмалық жаралымдарының мантиялық көзі туралы

Түйіндеме. Солтүстік Тянь-Шань қатпарлы жүйесінің пайдалы қазбаларға перспективалы аудандарының бірі Қырғыз-Теріскей минерагениялық зонасының геологиялық құрылысы мен геодинамикасына талдау жасалған. Бұл зонада жасы және құрамы бойынша әртүрлі интрузиялық жаралымдар мен олардың эффузиялық балалары дамып, олар тереңдік жарылымдардың геосутура зонасында орналасқан. Мантиялық жаралымдарды табиғаты бойынша мантия плюмінің дериваты ретінде қарастыруға болады. Бұл плюм палеозой ағымында дамып, ауданның магмалық комплексінің бір көзден қалыптасуына әкелген. Осы магмалық комплекспен және оның метасоматоздық туындыларымен алтынрудалы нысандар байланысты.

Түйін сөздер: плюм, магмалық комплекстер, метасоматизм, алтын рудалану.

Baibatsha A.B., Omarova G.M.

About the unified mantle source of paleozoic magmatic formations of the kyrgyz-terskey geosuture zone

Summary. The geological structure and geodynamics of one of the promising areas of the North Tien Shan fold system, the Kyrgyz-Terskey mineralogenic zone, was analyzed. In this zone, different-age and different composition intrusive formations and their effusive analogs, which are localized in the geosuture zone of deep faults, are developed. By their nature, magmatic formations can be considered as derivatives of the mantle plume, which developed during the Paleozoic and led to the formation of magmatic complexes of the region from a unified source. Gold ore objects are genetically and spatially related to the magmatic complex and their metasomatic derivatives.

Keywords: Plume, magmatic complexes, metasomatism, gold mineralization.

ӘОЖ 480(263)079

Л.С. Нурабаева

(Тараз мемлекеттік педагогикалық институты,
Тараз, Қазақстан Республикасы,
E-mail: www.lyazzat2781@mail.ru)

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДА ТУРИЗМДІ ДАМУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аңдатпа. Жамбыл облысы – Қазақстан халықтарының мәдениетінің қалыптасу тарихы мен дамуын зерттеуде маңызды роль атқаратын облыстардың бірі. Бай тарихы, жануарлар мен өсімдіктер дүниесі, жанға жайлы климаты, қайталанбас көркем табиғаты Жамбыл облысын тартымды туристік нысанға айналдыруда. Х-ХІІ ғасырларда Тараз қаласында сәулет өнерінің інжу – маржаны болып саналатын және бүгінгі күнге дейін жақсы сақталған Айша бибі, Бабаджа хатун, Қарахан және Дәуітбек кесенелері мен басқа да тарихи ескерткіштердің негізі қаланды. Облыс аумағында 4 қорық пен қорықтық аймақ орналасқан: Таласта-Берікқара, Мойынқұмда – Андасай мен Жусандала, Сарысуда – Ақсай қорықтық аймақтары және Қарақоңыз ботаникалық қорықшасы. Облыс территориясында ғалымдар мен жергілікті өлкетанушылар 2000-нан астам объектілерді анықтап, тізімге алды.

Түйін сөздер: Жамбыл облысы туристік нысан ретінде, Андасай мемлекеттік табиғи-зоологиялық қорықшасы, «Берікқара шатқалы» мемлекеттік кешенді табиғи қорықшасы, «Қарақоңыз шатқалы» табиғи-ботаникалық қорықшасы.

Жамбыл облысы – Қазақстан халықтарының мәдениетінің қалыптасу тарихы мен дамуын зерттеуде маңызды роль атқаратын облыстардың бірі. Облыс территориясында ғалымдар мен жергілікті өлкетанушылар 2000-нан астам объектілерді анықтап, тізімге алды. Олар: ежелгі тас дәуірі ескерткіштері, ерте замандағы көшпелілер – сақтар, қаңлы, үйсін қорғандары, тастағы бейнелер, ежелгі тұрақтар, тас мүсіндер, орта ғасырлық қалалар, архитектуралық кешендер және тарихи-эволюциялық ескерткіштер.

Бай тарихы, жануарлар мен өсімдіктер дүниесі, жанға жайлы климаты, қайталанбас көркем табиғаты Жамбыл облысын тартымды туристік нысанға айналдыруда. Облыс аумағында 4 қорық пен қорықтық аймақ орналасқан: Таласта-Берікқара, Мойынқұмда – Андасай мен Жусандала, Сарысуда – Ақсай қорықтық аймақтары және Қарақоңыз ботаникалық қорықшасы.

Х-ХІІ ғасырларда Тараз қаласында және оның маңайында сәулет өнерінің інжу – маржаны болып саналатын және бүгінгі күнге дейін жақсы сақталған Айша бибі, Бабаджа хатун, Қарахан және Дәуітбек кесенелері мен басқа да тарихи ескерткіштердің негізі қаланды. Ұлы Жібек жолы өтетін Шу, Талас және Аса өзендерінің бойында керуен-сарайлар, қалалар мен бекіністі елді мекендер салынған. Солардың ішінде өзінің үлкен орны бар Тараз қаласы 2002 жылы өзінің 2000 жылдық мерейтойын атап өтті.

Сондай-ақ, Жамбыл облысындағы Ұлы Жібек жолы тармағында орналасқан ескерткіштер төмендегідей жіктелінді:

1. Жамбыл облысындағы республикалық маңызы бар тарихи-архитектуралық ескерткіштер;
2. Жамбыл облысындағы облыстық және аудандық маңызы бар тарихи-архитектуралық ескерткіштер;
3. Жамбыл облысындағы облыстық және аудандық маңызы бар археологиялық ескерткіштер [1].

Жамбыл облысында Меркі, Жуалы, Байзақ, Жамбыл, Қордай аудандары Ұлы Жібек жолында орналасқандықтан, бұл аймақта табиғи, тарихи-археологиялық және сәулет өнері ескерткіштеріне

бай. Мұнда туризмді дамытудың болашағы жоғары. Ал Шу, Талас, Т.Рысқұлов, Сарысу, Мойынқұм аудандары Ұлы Жібек жолы бағытынан қашық орналасқан.

Жалпы облыста аң аулайтын жерлер ауданы 13903,1 мың га, онда жабайы жануарлардың 158 түрі мекендейді, олардың 135 түрі Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енген. Жамбыл облысы территориясында республикалық маңызы бар табиғи мемлекеттік қорықшалар тізіміне Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2001 жылғы 27 маусымдағы № 877 шешімімен 3 табиғи қорықша алынды:

1. Андасай мемлекеттік табиғи-зоологиялық қорықшасы;
2. «Берікқара шатқалы» мемлекеттік кешенді табиғи қорықшасы;
3. «Қарақоңыз шатқалы» мемлекеттік табиғи-ботаникалық қорықшасы.

Бұлардың жалпы ауданы – 1 020 570 га. [2]

Андасай мемлекеттік табиғи-зоологиялық қорықшасы – республикалық деңгейде маңызы зор. Оның жалпы ауданы 1 млн. га және бұл қорықша Жамбыл облысының Мойынқұм ауданында орналасқан. Негізінен бұл қорықша жабайы аңдардың санын сақтау және көбейту мақсатында құрылып, Қызыл кітапқа енген арқар, жейран, дрофтар және 1987 жылдан бері құланды қорғауға алды. 1987 жылы – 53 құлан, ал 1990 жылы – 64 құлан әкелінді. Сонымен барлығы – 117 құлан қорықшаға кіргізілді. Андасай мемлекеттік табиғи қорықшасы Мойынқұм Мемлекеттік мекемесінің Орман және жануарлар дүниесін қорғау басқармасының қарауына алынған. Қорықша штаты (тиісті қызмет орны, еңбек ақысы көрсетіліп берілген бір мекеменің қызметкерлерінің саны) 10 адамнан тұрады: қорықша меңгерушісі, аға қорықшы және 8 жай қорықшылар. Тек 5 қорықшылар ғана қорықшыларға арналған кордондарда мекен етеді, ал қалғандары қорықшаның оңтүстік шекарасындағы өздерінің жеке үйлерінде тұрады. Қорықша меңгерушісі мен аға қорықшы Мойынқұм ауылында тұрады. Жалпы еңбек ақы қоры 756 мың теңгені құрайды. 2002 жылы жабайы аңдарды есепке алу жұмыстарын жүзеге асыру үшін 16,3 мың теңге қаржы бөлінді. Қорғау жұмыстарының жоқтығынан қорықшаға кіргізілген құландар біртіндеп азайып барады. 1998 жылы – 198 құлан болса, ол 2002 жылы 56 құланға азайып кеткен. [2]

Қарақоңыз ботаникалық қорықшасы – республикалық маңызы бар, ол 1971 жылы 7-ші желтоқсанда Қазақ ССР-нің Министрлер Кеңесінің №672 шешімімен ұйымдастырылған. Бұл қорықша Жамбыл облысының территориялық Орман және биоресурстар басқармасының орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі Қарақоңыз мемлекеттік мекемесінің қарауына алынған. Орналасқан жері – Жамбыл облысы Қордай ауданы Масанчи ауылы. Қорықшаның жалпы ауданы – 3070 га. Бұл қорықша мемлекеттік орман қоры жерлерінде орналасқан. Тау бөктерлері бөлігінде Іле Алатауының батыс сілемдері және Қарақоңыз өзен аңғарлары – табиғаттың қайталанбас бірден-бір объектісі болып отыр. Мұнда ағаш кесуге (тек санитарлық жағдайда), мал жаюға және шөп оруға тыйым салынған. Ботаникалық табиғи қорықшада бореальды қалдық өсімдіктер сақталған. Сонымен қатар, Қазақстанның Қызыл кітабына енген жойылу қаупі төніп тұрған өсімдіктердің 10 түрі бар. Қорықша заңдастырылмаған. Қорғау шараларын жүзеге асыру үшін Қарақоңыз орман және жануарлар дүниесін мемлекеттік мекемесі 2 орманшы - қорықшыны бекіткен. [3]

Берікқара кешенді қорықшасы – 1971 жылы 7-ші желтоқсанда Қазақ ССР Министрлер Кеңесінің № 672 шешімімен құрылып, 2001 жылы 27 маусымда Қазақстан Республикасы Үкіметінің № 877 шешімімен қайта бекітілді. Табиғи қорықша Жамбыл облысы Жуалы ауданында Ленин-жол елді мекені мен Билікөл көлінің оңтүстігінде, Қарабастау елді мекенінен оңтүстік – батыста, ал Құрама елді мекенінен солтүстікте орналасқан. Мемлекеттік орман қоры территориясында Қаратау тау жотасының Берікқара шатқалында аталған қорықша орналасқан. Жалпы ауданы 17500 га. Берікқара кешенді қорықшасы Жамбыл облыстық территориялық Орман және биоресурстар басқармасының орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі Жамбыл мемлекеттік мекемесінің қарауына алынған. Сонымен бірге, мұнда Қызыл кітапқа енген өсімдіктердің 51 түрі өсіріледі. Қорықша территориясында жануарлардың бірқатар түрлері мекендейді: шыбын-шіркей жейтін бұршақ өсімдік (райская мухоловка) – эндемикті түр; сұр құр (шіл) – жоғалып бара жатқан түр; дикобраз – эндемикті (шектеулі) түр; арқар, қабан, елік, түлкі, қасқыр, қоян, қырғауыл, құр. [4]

Қорықшаны пайдалану түрлері:

- ғылыми мақсаттарда;
- мәдени – ағарту және туризм;
- шектеулі шаруашылық мақсаттарда.

Жамбыл облысында сыртқа шығу және келу туризмдерінің төмендегідей бағыттары жасалған:

Бағыт №1 «Ежелгі Тараздан бүгінгі күнге дейін» (тарихи тур)

Бағыт №2 «Жамбыл облысының інжу-маржандары» (тарихи –архитектуралық тур)

Бағыт №3 «Ақсу – Жабағылы қорық – мұражайы» (табиғи – рекреациялық тур)

Бағыт №4 «Тауларға саяхат» (экологиялық тур)

Бағыт №5 «Мойынқұм бархандары» (экологиялық тур)

Бағыт №6 «Алмалы шатқалы» (экологиялық тур)

Бағыт №1 «Ежелгі Тараздан бүгінгі күнге дейін» (тарихи тур)

Автобуспен және жаяу, Тараз қаласына түнеп шығатын бір күндік бағыт. Жалпы бағыт қашықтығы–100 км, өткізу мерзімі – жыл бойы.

Бағыт №1 «Ежелгі Тараздан бүгінгі күнге дейін» (тарихи тур)

Туристер саяхат барысында сәулет өнерінің інжу-маржандары болып табылатын – Қарахан және Дәуітбек (X-XIII ғ.ғ.) кесенелерімен танысады, олар қараханидтер әулетінің билеушілері, X-XIII ғасырларда Таразда билік құрған. Сонымен қатар, Тектұрмас кесенесімен (XIV ғ.), Қали Жүніс моншасымен (XX ғ. басы) таныс болады.

Бағыт №2 «Жамбыл облысының інжу-маржандары» (тарихи – архитектуралық тур)

Автобуспен және жаяу, Тараз қаласына түнейтін 1-2 күндік бағыт. Бағыт қашықтығы–200 км. Өту мерзімі – жыл бойы.

Бағыт шығыс жақ базарды аралаудан басталып, Алматы жолымен Ақшолақ станциясына дейін жалғасады. Құрылысы аяқталмаған Ақыртас кешені (VIII-XI ғ.ғ.) станциядан 5 км оңтүстікте орналасқан. Ақыртас – Оңтүстік Қазақстан ескерткіштерінің ішіндегі жұмбақ ескерткіш болып отыр. Содан кейін туристерге Қазақстанның ою-өрнекті қазынасы–Айша бибі кесенесін (XI-XII ғ.ғ.) таныстырады. Бұл кесене орта ғасырлық ғалым және ақын Хакім-Атаның қызы ару Айшаға тұрғызылған. Айша өзінің сүйіктісімен кездесуге бара жатқанда, оны жылан шағып өлтірген деген халық арасында аңыз сақталған. Бабаджа Хатун кесенесі (X-XI ғ.ғ.) – орта ғасырлық сәулет өнерінің ғаламат туындысы болып табылады. Бағыт керемет табиғат бұрышы – шипалы Қызыл көлін аралаумен аяқталады. Мұнда туристер тұзды көл суына шомылып, балшыққа түседі.

Бағыт №3 «Ақсу–Жабағылы қорық–мұражайы» (табиғи – рекреациялық тур)

Автобуспен және жаяу-атты 2 күндік бағыт. Жалпы бағыт қашықтығы – 250 км. Өту мерзімі–сәуір-қыркүйек айлары.

Бағыт Тараз қаласын аралаудан басталады. Одан әрі Күйік асуы арқылы туристер Ақсу-Жабағылы жерінде орналасқан «Көксай» шатқалына түседі. Қорық мұражайымен танысқаннан кейін туристер шатқал арқылы атпен тауға шығады. Қорық территориясында Қызыл кітапқа енгізілген бұталы-шөптесін өсімдіктердің 16 түрі, құстардың 238 түрі–бүркіт, қара дегелек, көк құс, шыбын-шіркей жейтін бұршақ өсімдік, оның 9 түрі Қызыл кітапқа енген. Сонымен қатар сүтқоректілердің 42 түрі – арқар, қоңыр аю, орта азиялық сілеусін, қар барысы мекендейді. Қорықтан қайтқан туристер Б.Момышұлы атындағы мұражайды аралап, одан кейін көшпелі қазақ халқының тұрмыс заттарын дайындайтын колөнер шеберханасының танысады. Туристер Теріс-Ащыбұлақ су қоймасының жағасында киіз үйлерде түнеп шығады. Мұнда туристерді отты күннің батуы, судың толқындары және балық аулау қызықтыра түседі.

Бағыт №4 «Тауларға саяхат» (экологиялық тур)

Автобуспен және жаяу 2 күндік бағыт. Жалпы бағыт қашықтығы–200 км Өту мерзімі–жыл бойы.

Бағыт Тараз қаласынан солтүстік–батыста 80 км қашықтықта орналасқан Берікқара шатқалынан басталады. Қолайлы автобус туристерді тез арада шатқалға жеткізеді. Мұнда туристерді ғаламат таулардың қайталанбас әсемдігі қызықтыра түседі. Шатқал Қаратау тауларында орналасқан. Бұл жер дүние жүзінің ең қызықты өсімдіктерге бай аудандарының бірі. Мұнда Берікқара терегі, рафитофитон, регель, жалпақ жапырақты кузиния өседі. Шатқалды аралап болғаннан кейін туристер Биліккөл көлінің жағалауында тігілген киіз үйлерге түнеп шығады және түнде олар балық аулайды.

Бағыт №5 «Мойынқұм бархандары» (экологиялық тур)

Жаяу-атты 2-5 күндік экологиялық турлар. Жалпы бағыт қашықтығы – 1000 км. Өту мерзімі – жыл бойы. Туристер ежелгі Тараздан ертемен шығып, 5 сағаттан кейін Мойынқұм құмдарына аяқ басады. Мойынқұмның жұмбақ сырлы бархандары және шөл кемесі-түйелер туристердің қызығушылығын одан сайын арттыра түседі. Мойынқұм құмдарында тіршілік қақаған қыстың суығы мен жайдарлы жазда да жалғаса береді. Мұнда аңшылар бүркітпен қоян мен түлкі аулайды, сондай-ақ, сайғақ табындары жайылып жүреді. Құмдарда туристер қасқыр мен түлкілерді аулайды және әсем Балқаш

көлінің жағалауында балық аулайды. Содан кейін салқын киіз үй көлеңкесінде ұлттық тағамдардан ауыз тиіп, емдік сусындармен–қымыз және шұбатпен шөлдерін қандырады. Шөл арқылы туристер ат және түйемен өгіп, қызықтайды.

Бағыт №6 «Алмалы шатқалы» (экологиялық тур)

Автобуспен, жаяу және атпен жүретін 6 күндік бағыт. Жалпы бағыт қашықтығы – 1500 км. Өту мерзімі – сәуір-қазан айлары.

Туристтік саланы дамыту мақсатында жүргізіліп жатқан осындай іс-шаралармен қатар, Ұлы Жібек жолының Жамбыл облысы тармағындағы басты объектілерді қайта қалпына келтіріп, жаңғырту жұмыстары жүргізіліп жатыр. Бұл жұмыстар 1998 жылғы 27 ақпанда қабылданған «Жібек жолының тарихи орталықтарын қайта жандандыру, түркі тілдес мемлекеттердің (елдердің) мәдени мұраларын тиімді дамыту және сақтау, туризм инфрақұрылымын құру» атты Қазақстан Республикасының Мемлекеттік бағдарламасына негізделеді.

Төменде Ұлы Жібек жолының Қазақстандық бөлігіндегі, соның ішінде Жамбыл облысы тармағындағы басты туристік нысандардың тізімі көрсетілген: [6]

1-кесте. Ұлы Жібек жолының Жамбыл облысы аумағындағы басты туристік нысандары

№	Туристтік нысандар	Нысандар сипаты
1.	Ежелгі Тараздың тарихи орталығы: Шахристан, цитадель, әскери құрылыс бекіністері, сарай және қалалық моншалардың I-XVI ғ.ғ. қалдықтары	Сауда – этнографиялық кешен
2.	XIX ғ. Наманган-Көше ауданының құрылыстары	Тұрғын және қонақ үйлер, халық кәсіптері
3.	XIX ғ. Әулие-Ата кезеңінің құрылыстары	Туристтік және сауда компанияларының өкілеттілігі
4.	XVIII–XIX ғ.ғ. Жүнісхан, Әбдіқадыр, Нәметбай мешіт-медреселері	Жұма мешіт, қажылар үшін қонақ үй
5.	XIX ғ. Қали-Жүніс моншасы	Шығыс моншасы
6.	Тараз қаласының орталық алаңындағы зороастризм ескерткіштері қалдықтары, VI-IX ғ.ғ.	«Көне Тараз ескерткіштері» қорық-мұражайының филиалы
7.	Тараз қаласының X-XIII ғ.ғ. некропольдері: Қарахан және Дәуітбек кесенелері	Қажылық және туристік нысандар
8.	Жалпақтөбе қалашығы: түргеш және қарлұқ билеушілерінің VI-XII ғ.ғ. қамалы	Этнографиялық жәрмеңке
9.	Ежелгі Тараздың әскери құрылыстары VI-XII ғ.ғ.	«Ежелгі Тараз» қорық-мұражайы, туристік нысан
10.	VIII ғ. Ақыртас-сарай кешені	Туристтік нысан
11.	Қостөбе қалашығы: зороастризмдік ғибадат кешені, наустар, қоныстар, VI-XII ғ.ғ.	Қажылық және туристік нысандар
12.	Құлан қалашығы VI-XII ғ.ғ.	Туристтік нысан
13.	Ферғана аңғарына баратын Жүзасу, Бедел, Мақпал асулары және керуен жолдары. Тас мүсіндері және “Екі- Аша” керуен-сарайы	Тарихи-этнографиялық және спорттық кешен
14.	Ақтөбе қалашығы, VI-XIII ғ.ғ. басы (Шу ауданы, Баласағұн ауылы)	Зерттеу және туризм нысаны
15.	Шоқай кесенесі, XIV ғ.	Зиярат орны
16.	Қара-Қожа, Ноғай-Ишан, Абдулла-Ишан мешіттері, Қуандық кесенесі, Үшарал ауданындағы Ақ-кесене мұнарасы, XIII-XIV ғ.ғ.	Қажылық және туристік нысандар
17.	Мерке қалашығы, VI-XIII ғ.ғ.	Туристтік нысан
18.	Мерке қонақ үйі (25-қонақ бөлмесі)	Қонақ үй
19.	Сыпатай батыр кешені, X ғ.	Қажылық орны
20.	Айша-бibi, Бабаджа-Хатун кесенелері, X-XI ғ.ғ.	Қажылық және туристік нысандар
21.	Жетітөбе зираттары (б.э.д. V-III ғ.ғ.)	Қажылық және туристік нысандар

Жамбыл облысының бай тарихы, жануарлар мен өсімдіктер дүниесі, климаты, табиғаты бұл аймақты тартымды туристік нысанға айналдыруда [7].

1. Жамбыл облысының бай тарихы, жануарлар мен өсімдіктер дүниесі, климаты, табиғаты – бұл аймақты тартымды туристік нысанға айналдыруда.

2. Облыс аумағында орналасқан табиғи қорықшаларда – Андасай, Қарақоныз, Берікқара қорықшаларында – жануарлар мен өсімдіктердің алуан түрлері сақталған, олардың кейбіреулері Қызыл кітапқа енген.

3. Жамбыл облысында туризмді дамыту мақсатында 2004-2005 жылдарға арналған бағдарлама қабылданған. Бұл бағдарламада туристік саланы дамытуға қажетті мәселелер қарастырылған. Сонымен қатар туризм инфрақұрылымын дамытудың жолдары көрсетілген.

Қорытындылай келе, туризм экономиканың басты саласы болып отырғандықтан, облыста осы саланы дамытып, туризм ошағына айналдыру – бүгінгі күннің талабы болып отыр. Болашақта туризм саласын дамытудың маңызы зор екендігін бұл жұмыста келтірілген кестедегі және тағы басқа мәліметтер толығымен дәлелдеп берді. Олай болса, әлемдік өркениет көшінен қалмай, еліміздің керемет туризм ошағына айналдыруымыз керек. Себебі, Дүние жүзілік Туристік Ұйымның деректері бойынша ол әлемдегі жалпы ұлттық өнімнің 1/10 (оннан бір) бөлігін, халықаралық инвестицияның 11%-дан астамын, әлемдік өндірістің әрбір 9-шы жұмыс орнын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Байпақов К., Нұржанов А. «Ұлы Жібек жолы және Орта ғасырлық Қазақстан», - Алматы: «Қазақстан»; 2010
- [2] Байпақов К.М. «Средневековые города Казахстана на Великом Шелковом пути», - Алматы: «Ғылым»; 2008.
- [3] Жантөлен Ж. «Туризмді дамытудың тетіктері мен өзімізден басталуы тиіс», «Тараз-хабар»: 26 қыркүйек, 2009
- [4] Достанбаев Т. «По Великому Шелковому пути» – «Жамбыл-Тараз» – 27 июль, 2007
- [5] Ердаuletов С.Р. «География туризма», Алматы: «Наука»; 2009
- [6] Есали А. «Туризм табыс көзі бола ала ма?» – «Егемен Қазақстан»: 20 қазан, 2007
- [7] Ерік Рахым «Ұлы Жібек жолы бойымен...» – «Жас Алаш»: №147 9 желтоқсан, 2009.

Нурабаева Л.С.

Возможности развития туризма в Жамбылской области

Резюме. Жамбылская область – одна из исторических областей Казахстана, где исследуется история и культура народов Казахстана. Богатая история, животный и растительный мир, комфортный климат и живописная природа Жамбылской области привлекают туристов как туристический объект. В X-XII вв. в древнем городе Тараз были основаны и хорошо сохранены архитектура мавзолеев Айша-биби, Бабаджа хатун, Карахана и Даутбека. На территории области расположены 4 заповедника и 1 ботанический сад: это в Таласском районе Берикқара, Мойынқумском районе Андасай и Жусандала, Сарысуском районе Аксай и ботанический сад Карақоныз. Местные ученые и краеведы определили свыше 2000 таких туристических объектов.

Ключевые слова: Туристический объект, государственный природно-зоологический заповедник Андасай, государственный природный заповедник ущелья Берикқара, природно-ботанический сад Карақоныз.

Nurabaeva L.S.

Possibility of developing tourism in Zhambyl region

Summary. Zhambyl region is one of the important regions in establishing the history of Kazakhstani people and investigating its development. Rich history, animals, flora and fauna, suitable climate, unique nature makes Zhambyl region suitable for tourism. The precious arts of architecture of the X-XII centuries were considered to be Aisha-byby, Babazha-khatyn, Karakhan and Dautbek mausoleums and other well remained monuments in Taraz. In the territory of Zhambyl region there are four reservoirs and other protected places: in Taraz – Berikkara, in Moiunkym – Andasay and Zhusandala, in Sarysy – Akhsay and Karakhonyz nature reserve. The scientists and native, local lore defined over 2000 objects and listed them.

Key words: Zhambyl region as a tourism object, Andasay state nature zoological reserve, Berikkara gorge, Karakhonyz gorge nature botanical reserve.

Н.К. Дильдабеков

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Nauryzkhan22@mail.ru)

АНАЛИЗ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЧАГАНАК

Аннотация. Дан анализ геологического строения: стратиграфии, литологии, тектоники северной части прикаспийской впадины, нефтегазоносности и коллекторских свойств. Основным предметом изучения является Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное в Западно-Казахстанской области г. Аксай

Ключевые слова: Стратиграфия, литология, тектоника плит, коллектор, месторождение, карбонаты, залежи.

Коллекторские свойства продуктивных горизонтов

Нижнепермские, каменноугольные и девонские продуктивные отложения представлены преимущественно органогенными карбонатными породами, свободными от терригенной примеси или содержащими ее в значительном количестве.

Породы продуктивной толщи характеризуются постседиментационными изменениями: доломитизацией, ангидритизацией, кальцитизацией, окременением, перекристаллизацией, выщелачиванием, трещинообразованием.

Вторичные преобразования оказали значительное влияние на вещественный состав отложений, обусловили структурно-текстурные особенности карбонатных пород, привели к трансформации первичного пустотного пространства коллекторов. В породах продуктивного комплекса выделяются межформенные, внутриформенные, межзерновые поры и поры выщелачивания, форма, размеры и другие характеристики которых достаточно хорошо изучены в процессе разведки месторождения. Определенная роль в структуре пустотного пространства принадлежит каверзности, причем частота встречаемости каверн в каменноугольных отложениях выше, чем в пермских.

Вторичные каверны распространены значительно шире, чем первичные.

Широкое развитие в карбонатном массиве имеет также и трещиноватость.

Распределение трещин в продуктивном комплексе неравномерное, но можно сказать, что наиболее часто трещиноватые породы встречаются в краевых частях массива

К поровым коллекторам отнесены породы с пористостью выше 6 %.

Установлено, что породы-коллекторы не имеют фациальных, стратиграфических и литологических ограничений.

Пористость коллекторов, определенная по керну, колеблется от 7.3 до 15.4 %, составляя в среднем для перми 10.6 для газонасыщенной части карбона – 10.4 и для нефтенасыщенной – 9.5 % (табл. 2.2.1.) Средние значения пористости для отдельных частей залежи (пермская, газовая в карбоне и нефтяная), определенные по геофизическим исследованиям скважин, составляют 8.9, 8.6 и 8.9 % (табл. 1.6.1.). В то же время, средневзвешенные по эффективной толщине значения пористости равны соответственно 9.6, 9.2 и 9.2 %, а взвешенные по объему в процессе подсчета геологических запасов средние значения пористости по ГИС составили по объектам соответственно 9.3, 9.6 и 8.9 %. При хорошей сходимости значений пористости по керну и ГИС в конкретных пластопересечениях и значительно большем количестве определений по ГИС для подсчета запасов и проектирования разработки приняты средние величины пористости, рассчитанные по материалам ГИС.

Такой подход является более корректным и последовательным потому, что оценка пористости по ГИС лежит в основе определения интервалов эффективных толщин коллекторов.

Значения проницаемости по каждому объекту, определенные как средние величины по анализам керна, приведены в таблице 1.6.1 и составляют для I,II и III объектов соответственно 11.01, 22.45 и 15.91*10⁻³ мкм². При этом подавляющая часть коллекторов характеризуется проницаемостью до 0.015 мкм², при колебаниях значений проницаемости от нижнего предела до 2 мкм² причем значения 1-2 мкм² отмечаются лишь в единичных образцах, но значительно увеличиваются средние значения. Поэтому в условиях высокой неоднородности и сложного строения пустотного пространства коллекторов наиболее корректно говорить не о средних значениях проницаемости во всем диапазоне

ее колебаний, а о наиболее характерных проницаемостях в пределах реальных значений пористости коллектора. В связи с этим использована статистическая обработка результатов анализа керна, состоящая в том, что для каждого интервала изменения пористости (интервал изменения пористости равен 2 % 0 рассчитаны частоты проницаемости в выбранных классах.

Выбраны следующие классы проницаемости: $(0.01-0.02) \cdot 10^{-3}$ мкм², $(0.02-0.05) \cdot 10^{-3}$ мкм², $(0.05-1.0) \cdot 10^{-3}$ мкм² и далее с 10-кратным увеличением.

Полигоны распределения частот проницаемости по интервалам пористости для объектов разработки представлены на рис. 1.6.1.

По результатам использованного метода анализа кернового материала можно говорить, что для характерных значений пористости во всех объектах разработки проницаемость изменяется от $0.3 \cdot 10^{-3}$ мкм² до $3 \cdot 10^{-3}$ мкм².

По керну определялась горизонтальная (параллельно напластованию) и вертикальная (перпендикулярно напластованию) проницаемость. В связи с тем, что вертикальная проницаемость ниже горизонтальной для 1 объекта на 18.4 %, для 2 – на 30.7% и для 3 – на 33.8 %, в таблице 1.6.1 приводится отдельно характеристика проницаемости в двух направлениях. Проницаемость 1 объекта ниже чем II и III объектов (табл. 1.6.1.) По карбону проницаемость уменьшается с глубиной, среднее значение горизонтальной проницаемости уменьшается на 29.1 %, а вертикальной – на 32.2 %.

Соотношение вертикальной проницаемости ($K_{пр.верт.}$) и горизонтальной ($K_{пр.гор.}$) – в работе [1] оценивалось по не трещиноватым образцам керна различного литологического состава, отобранных в одних и тех же интервалах пластов. $K_{пр.верт.}$ (n=393) равна $14.7 \cdot 10^{-3}$ мкм², вертикальная (n=898) – $10.3 \cdot 10^{-3}$ мкм². Сделан вывод, что матричную проницаемость можно считать близкой к изотропной.

Оценка соотношения $K_{пр.верт.} / K_{пр.гор.}$ для пород с проницаемостью выше $0.01 \cdot 10^{-3}$ мкм² в пределах объектов разработки проведена по трем вариантам.

Таблица 1.6.1. Характеристика коллекторских свойств и нефтегазонасыщенности

Наименование	Проницаемость, 10 ⁻³ мкм ²		Кoeffици- ент откры- той пори- стости, доли ед.	Кoeffициент		Насыщен- ность свя- занная во- дой, доли ед.
	Горизон- тальная	Верти- каль- ная		Газонасы- щенности, доли ед.	Нефтенасы- щенности, доли ед.	
I объект разработки (карбон, газ)						
Количество скважин, шт.	15	13	15/153	1/148		1
Количество определений, шт.	1698	1537	3999/5300	5/5043		5
Среднее значение	11,01	8,98	0,106/0,0894	0,894/0,953		0,061
Кoeffициент вариации, доли ед.	0,76	1,00	0,002/0,179	0,024/0,049		0,004
Интервал изменения						
От минимального	2,46	0,20	0,078/0,061	0,862/0,63		0,039
До максимального	34,40	36,20	0,136/0,144	0,916/0,98		0,093
II объект разработки (карбон, газ)						
Количество скважин, шт.	22	21	23/133	1/132		1
Количество определений, шт.	1554	1387	4699/6765	403/6690		403
Среднее значение	22,45	15,56	0,104/0,086	0,884/0,962		0,071
Кoeffициент вариации, доли ед.	1,09	1,27	0,002/0,145	0,041/0,031		0,005
Интервал изменения						
От минимального	1,90	0,10	0,088/0,067	0,677/0,746		0,004
До максимального	81,10	77,80	0,154/0,139	0,947/0,98		0,278
III объект разработки (карбон – девон, нефть)						
Количество скважин, шт.	20	17	21/104		1/101	1
Количество определений, шт.	972	601	1969/2297		176*2234	176
Среднее значение	15,91	10,53	0,095/0,089		0,879/0,923	0,121
Кoeffициент вариации, доли ед.	1,12	2,14	0,001/0,177		0,06/0,061	0,004
Интервал изменения						
От минимального	1,27	0,45	0,073/0,064		0,7/0,671	0,028
До максимального	60,40	92,10	0,12/0,146		0,972/0,98	0,300

Вариант 1. По средним значениям $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$ в скважинах :

а) по величинам $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$, рассчитанным как среднее по скважинам для объекта (табл.1.6.2.) ;

б) по зависимости $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$, построенной для средних значений в скважинах.

Вариант 2. По зависимости $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$, когда проницаемости замерены в одном образце керна;

Вариант 3. По зависимости $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$, когда $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$ рассчитаны как средние в следующих диапазонах изменения $K_{\text{пр.гор.}}$:

Среднее значение в классе (10^{-3} мкм ²)	Диапазон изменения (10^{-3} мкм ²)	Среднее значение в классе (10^{-3} мкм ²)	Диапазон изменения (10^{-3} мкм ²)
0.05	0.01 – 1.0	20	13-27
0.5	0.1 - 1	50	27-73
2	1 - 3	100	77-127
5	3 - 7	200	127 – 273
10	7 - 13	500	273 – 727
		1000	> 727

В сравнении по варианту 1 используются все определения $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$ вне зависимости от того, сделаны ли замеры на одном и том же образце породы или же нет, и определяемое соотношение отражает величину анизотропии для средних значений проницаемости по объекту. В условиях значительной неоднородности сравнение $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$, определенных на одном образце керна, во всем диапазоне изменения проницаемости является более корректным и отражает анизотропию проницаемости по всему диапазону ее изменения (вариант 2). Коэффициенты корреляции для соотношений $K_{\text{пр.верт.}}$ и $K_{\text{пр.гор.}}$ по объектам очень низки, что подтверждает значительную неоднородность пород по проницаемости. Также отмечается влияние на отношение $K_{\text{пр.верт.}} / K_{\text{пр.гор.}}$ величины самой проницаемости.

Поэтому проведено осреднение вертикальной и горизонтальной проницаемости (вариант 3) в указанных классах. Диапазон выбран таким образом, что первый включает проницаемость от нижнего предела до $1 \cdot 10^{-3}$ мкм² (среднее значение $0.5 \cdot 10^{-3}$ мкм²), следующие имеют среднюю проницаемость класса $2 \cdot 10^{-3}$ и $5 \cdot 10^{-3}$ мкм² , что соответствует средней проницаемости при ее оценке по данным испытания скважин, $10 \cdot 10^{-3}$ мкм² – средним значениям по данным керна для объектов, и далее кратно 10 по всему диапазону изменения проницаемости.

В осреднении использованы замеры проницаемостей, выполненные на одном образце породы. Отбракованы те значения проницаемости, когда $K_{\text{пр.верт.}}$

($K_{\text{пр.гор.}}$) / $K_{\text{пр.гор.}}$ ($K_{\text{пр.верт.}}$) составляет сотни и тысячи раз. Подобные единичные расхождения могут быть объяснены техническими ошибками.

Использование средних значений вертикальной и горизонтальной проницаемостей в выбранных диапазонах позволяет оценить их соотношение, характерное для средней проницаемости каждого класса. По ним рассчитаны зависимости $K_{\text{пр.верт.}} = f (K_{\text{пр.гор.}})$. Вид зависимости выбран $K_{\text{пр.верт.}} = a (K_{\text{пр.гор.}})^b$, так как по ней значения $K_{\text{пр.верт.}}$ наиболее близко соответствуют фактическим средним по всему диапазону изменения проницаемости, в отличие от зависимостей вида $K_{\text{пр.верт.}} = a (K_{\text{пр.гор.}})$ и $K_{\text{пр.верт.}} = a (K_{\text{пр.гор.}}) + b$ (табл.1.6.2.).

Механизмы образования рифовых массивов

Риф карбонатное органогенное локальное и пространственно ограниченное тело, имеющее положительный рельеф, и образованное из местного карбонатного осадка.

Основание рифа сложено из микритового вакстоуна. **Микрит** – тонкозернистый, иловой размерности карбонат иначе карбонатный ил, осаждается в виде иголок арагонита из зеленых водорослей. Микритовые оболочки образуются за счет покровов нитевидных водорослей. Внутри трубочек водорослей идет быстрое осаждение кальцита. Так образуется остов рифа. Микрит, содержащий 10 % скелетного материала, называется **вакстоуном**.

Если скелетный материал образует каркас, микрит будет называться **пакстоуном**.

Ядро рифа сложено из **микритового бафлстоуна**. Бафл – перегородка или отгоняет течение. Водоросли, жившие на микритовом основании, отгоняя течение, сохраняли и задерживали тонкий известковый илистый осадок. Так формировалось ядро, наибольшая по мощности часть купола.

Боунстоун – вершинный связной рифогенный известняк. Когда известняк с ветвистыми органическими остатками – бафлстоун, слагающий ядро купола, достигает базиса действия волн, сформированное топографическое возвышение может стать местом поселения организмов, образующих каркасно-связной рифогенный известняк. Образуется экологический риф, благодаря крупным беспозвоночным: кораллам, строматопороидеям, брахиоподам, красным водорослям и др., которые образуют перекрытые пустоты. Боунстоун – породы, образованные организмами (скрепляющими и связующими осадок) и имеющими каркас, устойчивый к действию волн. Породы характеризуются сетчатым строением, обладают крупными порами и покрыты кавернами. Кораллы и водоросли являются важными каркасообразователями.

Половина всего объема породы может приходиться на пустоты и каверны. Каверны заполняются друзообразным хемогенным кальцитом. Пористость этих пород достигает 30-40 %.



Рис. 1. Строение рифа

Грейнстоуны – представляют собой сцементированные агрегаты более мелких частиц (обломки раковин, ооиды, пеллеты) и по внешнему виду напоминают микроскопические гроздья винограда. Полагают, что цементация посредством микритового арагонита, отражает форму роста в пределах мата. **Мат** – устойчивое в приливно-отливной зоне образование, выраженное в росте строматолитовых водорослей. В дальнейшем при периодическом «разламывании» матов во время штормов, образуются агрегаты грейнстоунов, то есть это – интрокласты.

Пеллеты – яйцевидные, фекальные, темного цвета, тонкодисперсные и бесструктурные образования. Аморфные комки размером 0,1 – 3 мм.

Окатанные аморфные комки скелетного происхождения, микритизированные оолиты и фекальные пеллеты не всегда четко отличаются друг от друга. Поэтому во многих случаях их следует относить к единой группе **пелоидов**.

Очень характерна для биогенных известняков прихотливая пятнистая вторичная доломитизация и образование «губчатых доломитов», которые также являются коллекторами нефти и газа. Наблюдается эпигенетическая сульфатизация с образованием гипса, связанная с кунгурской историей. По простиранию, а также по вертикали биогермные известняки переходят в обломочные, детритовые и мелкозернистые разновидности. Присутствуют следы многочисленных внутриформационных перерывов и размывов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вендельштейн Б.Г. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов – М., "Недра", 1978 г.
- [2] «Единые правила охраны недр (ЕПОН) при разработке месторождений полезных ископаемых в Республике Казахстан», утвержденные постановлением Правительства Республики Казахстан от 21 июля 1999 года № 1019.
- [3] Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр при разведке и добыче полезных ископаемых. Утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 10.02.2011 г. № 123.
- [4] Закон Республики Казахстан «О недрах и недропользовании», 2010 г.

Ділдабеков Н.К.

Қарашығанақ кен орны жинауыштық қасиеттерінің анализі

Түйіндеме. Көмір және девон Каспий маңы ойпатының, күрделі фазалық жай көмірсутегі анықтау сипатталады жоғары температурада және қысымда үлкен тереңдігі, жатқан. etomzalezhi коллекторлар түрлі күрделі түрлері (сызаттар тері тесігін, үңгірлер және басқаларды бері) байланысты және карбонатты резервуардағы олардың комбинациясы кезде. ұңғымаларды тиімді жері, мақсатты-ақ негізгі үлгілері мен сұйықтар зерттеу тесілеу және зертханалық жасалған үлкен сомасының кешенді, жан-жақты талдау нәтижесінде бірге жұмыс Сондықтан, жоғары сапалы.

Карбонатты Төменгі карбона (Tournaisian) депозиттері, Қарашығанақ және Орынбор сияқты ірі кен орындарында, оның ішінде Каспий бассейнінде периметрі көптеген салаларда, орнатылған оның өнімділігі мұнай белгілері осы кен алынды депозиттік Chinarevskoe ішінде көмірсутегі кен орындарын үшін мінез-құлық ұқсас ұсынамыз.

Тұзасты жоғарғы бөлігі, Төменгі Пермский және башқұрт, саласындағы нашар зерттелген.

Төменгі карбона (Tournaisian) депозиттер перспективаларын зерттеу мақсатында 2012 жылдың кезеңге бағдарламасы бағалау жұмысын жасау - 5300 м тереңдікке дейін жоба кейінгі барлау өнімді көкжиектері айналды 13 ұңғыма 4225, ұңғыманы бұрғылау жоспарлануда 2014, мамыр.

Түйіндеме. Геологиялық барлау саласында жүргізілген тиімділігі жоғары. Келісімшарттық аумақта геологиялық барлау және геологиялық барлау Қарашығанақ кен орны анықталды. ОРНАТУ мұнай-газ Төменгі девон депозиттер және шөгінділер.

Dildabekov N.K.

Analysis of reservoir properties at Karachaganak field

Summary. For the Carboniferous and Devonian deposits of the Caspian depression, located at great depths with high temperatures and pressures, the discovery of hydrocarbon deposits in a complex phase state is characteristic. In this case, the deposits are associated with various complex types of collectors (fissures-pore, cavernous-porous and others) and their combination in one carbonate reservoir. Therefore, the high quality of work, along with the effective location of the wells, was the result of a comprehensive, comprehensive analysis of a large volume of purposefully performed well hydrodynamic studies and a laboratory study of core and fluids.

Carbonate Lower Carboniferous (Turney) sediments, the productivity of which is established at many deposits along the entire perimeter of the Caspian depression, including in such large deposits as Karachaganak and Orenburg, suggest the presence of similar hydrocarbon deposits within the Chinarevskoye deposit, where oil and gas characterization was obtained from these sediments .

The upper part of the cut of the subsalt deposits, the Lower Permian and Bashkir deposits, are poorly studied in the field.

In order to study the prospects of the Lower Carboniferous (Tournaisian) sediments, an Evaluation Program is being created for the period 2012 - May 2014, in which 13 wells with a depth of 4225 productive horizons are planned to be drilled from the additional exploration project with wells of depths of 5,300 m.

Summary. The efficiency of the geological exploration performed at the deposit is high. Exploration and exploration work on the contract territory revealed the Karachaganak field. Installed oil and gas deposits in the Lower Carboniferous and Devonian sediments.

УДК 553.982.2:551.734(574)(043)

А.О. Кочетков

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Andreykochetkov94@gmail.com)

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШУ-САРЫСУ

Аннотация. С начала 60-х годов прошлого столетия в пределах Шу-Сарысуйского осадочного бассейна пробурено более 130 параметрических поисковых и разведочных скважин и выполнен большой объем геофизических исследований.

В результате этих работ было выявлено 9 газовых месторождений – Орталык, Зап. Опак, Придорожное в пределах Кокпансорского газоносного района и Молдыбай, Анабай, Амангельды, Айрақты, Ушарал Северный, Ушарал-Кемпиртобе в Моинкумском газоносном районе. А также детально изучена характеристика геологической модели Шу-сарысуйского нефтегазоносного бассейна

Ключевые слова: Шу-Сарысу, осадочный бассейн, генезис осадочных толщ, районы и зоны нефтегазоаккумуляции.

Чехол Шу-Сарысуйской впадины сложен мезой-кайнозойскими слабо дислоцированными песчано-глинистыми породами. Выделяется два структурных яруса: мел-эоценовый и олигоцен-четвертичный в соответствии с рисунками 2-3. По периферии впадины локально развиты осадки юрского структурного яруса (Даутская грабен-синклиналь на северо-западе и Хантауская синклиналь на юго-востоке). В Даутской грабен-синклинали мощность юры достигает 1200 м, в Хантауской – 150-200 м. Мел-эоценовый структурный ярус включает морские и континентальные песчано-глинистые отложения от турона до эоцена. Для яруса характерны небольшие мощности (0-500 м), отсутствие длительных перерывов, преимущественно терригенный состав. Оligоцен-четвертичный структурный ярус сложен континентальными терригенными породами. Наибольшие мощности яруса 400-600 м характерны для Сузакского прогиба, расположенного у подножия хр. Каратау. С юга, к Шу-Сарысуйской впадине, примыкает Восточно-Шуйский предгорный прогиб, расположенный у подножия Киргизского хребта, и выполненный неоген-четвертичной молассой мощностью около 3000 м. [4] Наличие наиболее глубоких Сузакского и Восточно-Шуйского прогибов вдоль юго-западной окраины Шу-Сарысуйской впадины, и плавное поднятие ее северо-восточного борта, в сторону обнаженных палеозойских структур Шу-Илийских гор, сделало современную структуру мезозой-кайнозойских отложений Шу-Сарысуйской впадины резко асимметричной. Впадина делится на северо-восточную Тесбулакско-Берликскую и юго-западную Сузакско-Восточно-Шуйскую зоны прогибов и, разделяющих их поднятий. Граница между этими зонами на большей части впадины проходит по Жезказган-Кокшетаускому разлому. Амплитуда разлома по поверхности палеозоя составляет десятки метров, а в районе Тесбулакского прогиба до 100 м. [1] Разлом местами выражен уступом в рельефе дневной поверхности и отчетливо прослеживается на космических фотоснимках. В северо-восточную зону структур входят Тесбулакский прогиб, Нижне-Шуйское поднятие, Уланбельская и Берликская ступени. Для всех структур характерно неглубокое залегание палеозойских отложений (0-300 м), небольшие (до 300 м) мощности и субгоризонтальное залегание платформенного чехла, нечеткость структурных контуров, незначительная роль малоамплитудных разрывных нарушений. Эти особенности показывают, что Тесбулакско-Берликская зона структур в мезозой-кайнозойское время развивалась относительно пассивно.

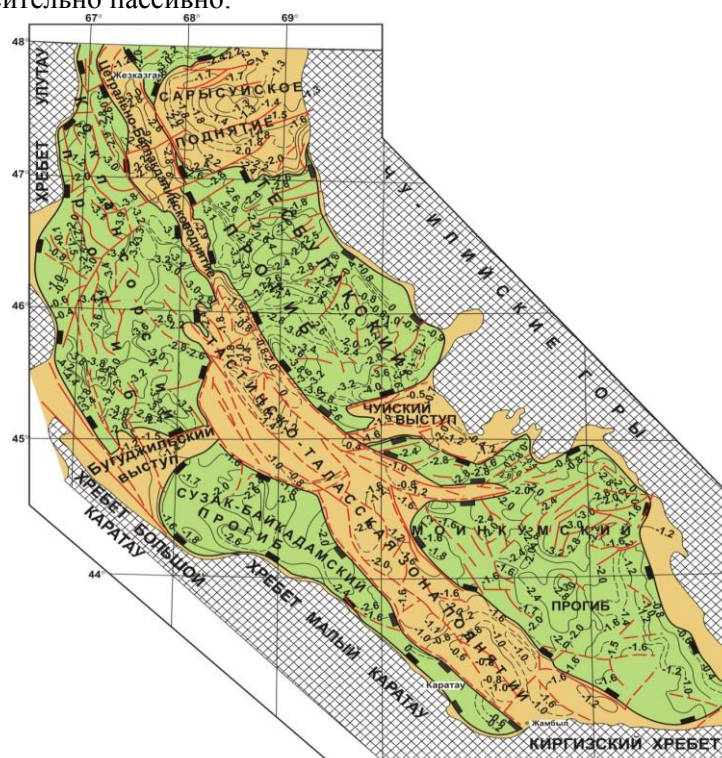


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема каменноугольных отложений Чу-Сарысуйской впадины

Наиболее крупная структура – Тесбулакский прогиб.[1] В плане он в основном совпадает с одноименным средне-позднепалеозойским прогибом, наследуя его структуру. Его амплитуда по поверхности палеозоя составляет 300 м, а по кровле среднего эоцена около

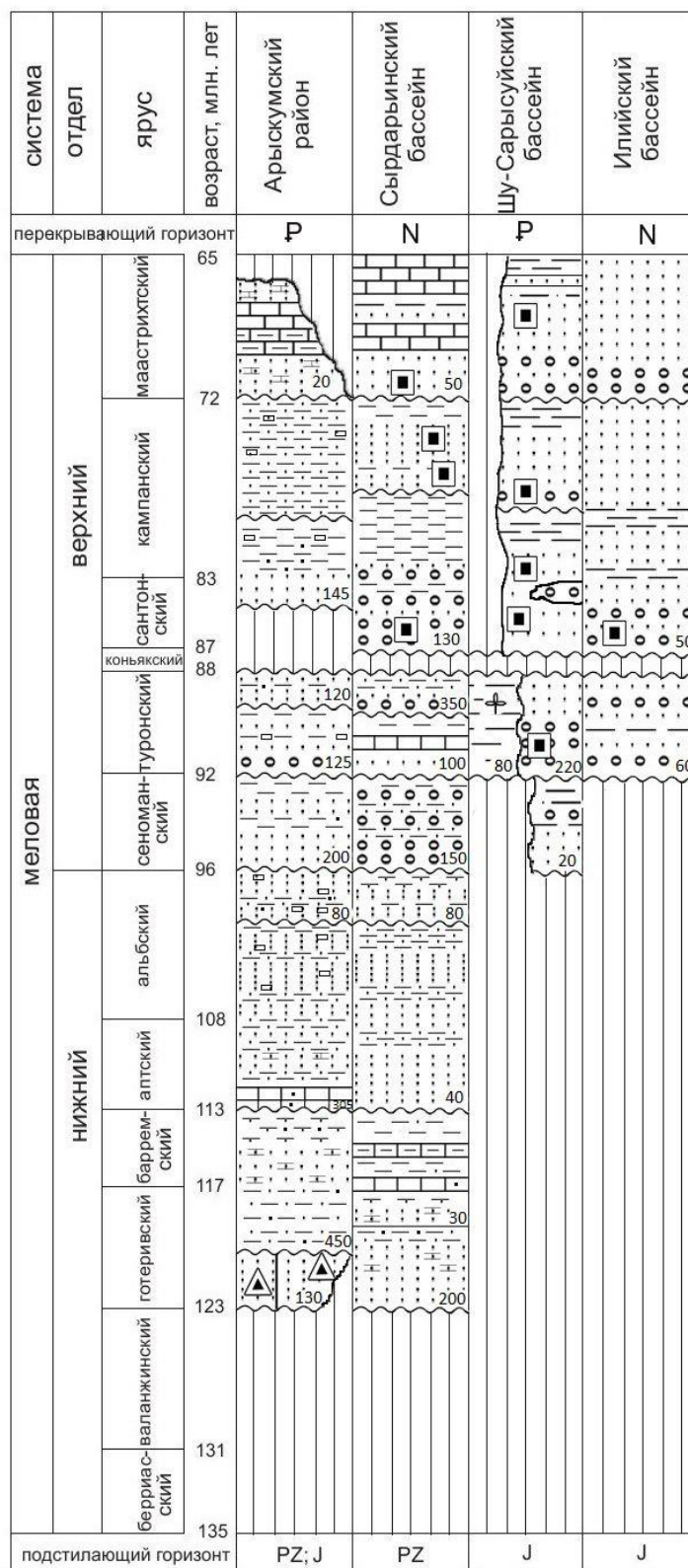


Рис. 2. Историко-стратиграфические корреляционные разрезы меловых отложений Южного Казахстана и прилегающих территорий

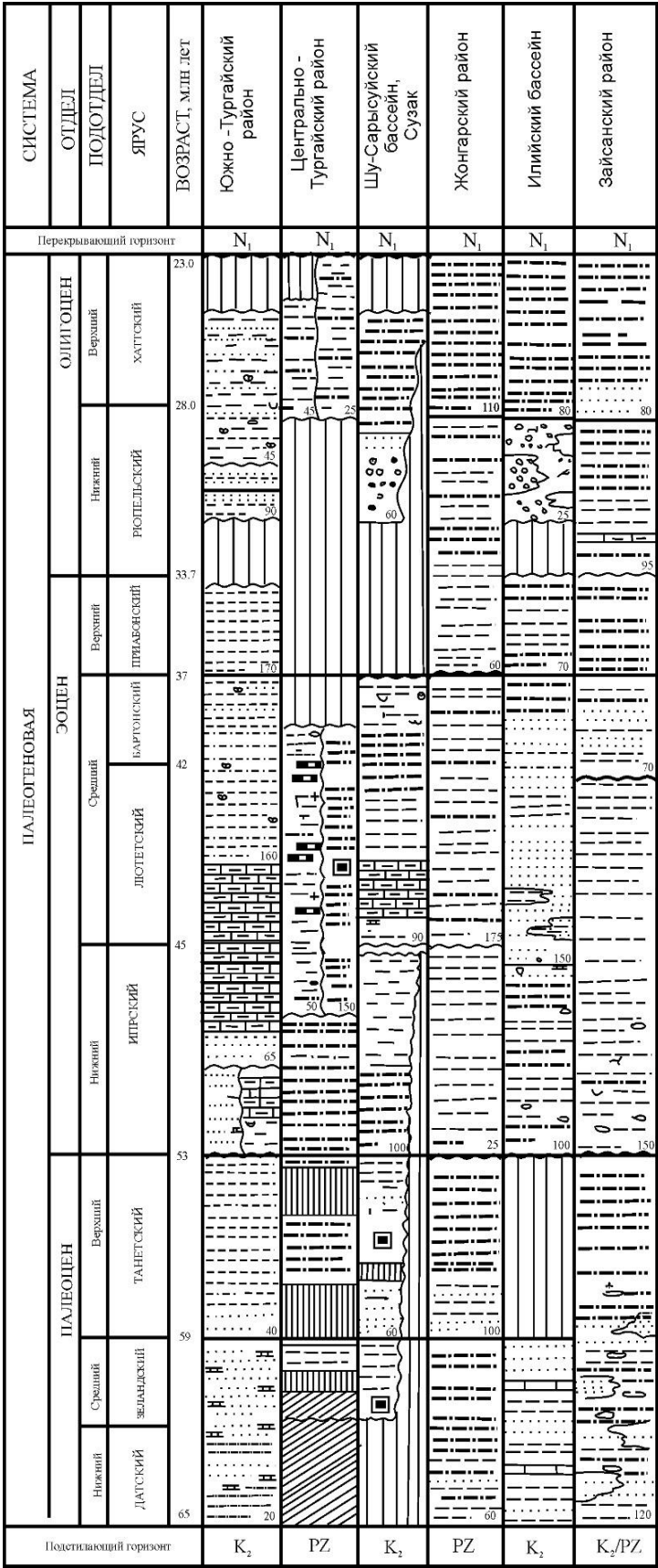


Рис. 3. Историко-стратиграфические корреляционные разрезы отложений палеогена Южного Казахстана и прилегающих территорий

100м. Максимально прогнута его южная часть, тяготеющая к сопряжению Жезказган-Кокшетауского и Каракия-Кокшетауского разломов. Каракия-Кокшетауский разлом расположен на границе прогиба с Нижне-Шуйским поднятием. Прогиб сформировался в основном в сенон-туронское время, когда накопилось до 200 м осадков. В дальнейшем развитие его резко замедлилось, что проявилось в выдержанных и небольших мощностях (50-100 м) палеогеновых и олигоцен-четвертичных отложений.

Основными структурными элементами Сузакско-Восточношуйской зоны структур являются Сузакский, Южно-Моюнкумский и Восточно-Шуйский прогибы, Итмурунско-Таласская ступень, Тастинский вал.[2,3]

Сузакский (Предкаратауский) прогиб вытянут вдоль хр. Большой Каратау на 350 км при ширине до 150 км. Он отвечает средне-верхнепалеозойским прогибам: Байкадамскому, Сузакскому, Кокпансорскому и, разделяющим их, поднятиям. Унаследованность развития здесь проявилась только в некоторой общности простираций осей прогибания в среднем – верхнем палеозое и мезозое – кайнозое. Борта прогиба, за исключением юго-западного и южного, пологие (до 1-1,5°). Юго-западное и южное крылья ограничены Главным Каратауским и Сузакским разломами, амплитуда которых по поверхности палеозоя составляет от первых сотен м до 2000 м, и убывает к северо-западу и юго-востоку до десятков м. В зоне разломов мел-кайнозойские отложения залегают субвертикально, а иногда и запрокинуты. Прогиб выполнен в основном неоген-четвертичными (до 450 м) и палеогеновыми (350 м) отложениями. Мощность верхнемеловых отложений изменяется от 100 (на востоке) до 400 м (на северо-западе). Ось прогиба смещена к хр. Каратау и в целом прогиб наклонен к хребту. Формирование Сузакского прогиба полностью связано с движениями по Главному Каратаускому и Сузакскому разломам.

Тастинский вал разделяет Сузакский и Тесбулакский прогибы. Ширина его 40-60 км при амплитуде 150–200 м по поверхности палеозоя и при амплитуде 50–70 метров по кровле среднего эоцена. С северо-востока вал ограничен Жезказган-Кокшетауским разломом с амплитудой по поверхности палеозоя около 100 м. Юго-западное крыло вала имеет углы падения не более 1°. В течение позднего мела и кайнозоя вал развивался как погребенная положительная структура, что отразилось в сокращении мощностей этих отложений.

Итмурунско-Таласская ступень охватывает хр. Малый Каратау, являясь его погруженным продолжением. Ступень слабо наклонена в сторону впадины, имея амплитуду до 300 м при размерах 30-90 x 250 км, и ограничена с северо-запада Сузакским разломом. Почти вся ступень и юго-восточная часть впадины в мел-палеогеновое время представляли пенеплен. Ступень сформировалась в олигоцен-четвертичное время, когда она под воздействием активных прогибаний в Сузакском и Восточно-Шуйском прогибах была вовлечена в медленные опускания.

Между Уланбельской и Таласской ступенями расположен слабо изученный Фурмановский прогиб, имеющий общее северо-западное простирание, пологие крылья и сравнительно небольшие амплитуды (100–200 м). Размер прогиба 80x40 км. Он сформировался в основном в олигоцен-четвертичный этап, оставаясь до олигоцена относительно приподнятым. Южно-Моюнкумский прогиб расположен между Фурмановским и Восточно-Шуйским прогибами и отделяется от последних узкими малоамплитудными поднятиями: Моюнкумским валом на севере и Курагатинской седловиной на юге. Вдоль южной границы прогиба, возможно, проходит разлом. Прогиб вытянут на 250 км в восток-северо-восточном направлении от Малого Каратау до Кендыктаса. Ширина его 30-60 км, амплитуда около 400 м. Прогиб выполнен олигоцен-четвертичными отложениями мощностью до 600 м в осевой части. Южно-Моюнкумский прогиб по отношению к средне-верхнепалеозойским структурам является наложенным, так как простирание палеозойских структур здесь преимущественно северо-западное [4].

Восточно-Шуйский прогиб, юго-восточная, наиболее погруженная, окраина впадины. По форме это типичная односторонняя грабен-синклиналичная структура с крутым (до 10°) наклоном в сторону Киргизского хребта, палеозойские породы которого местами надвинуты на кайнозойские. Прогиб сформирован в неоген-четвертичное время в связи с движениями по Предкиргизскому разлому, ограничивающему с севера воздымавшуюся область эпиплатформенного орогенеза. Поверхность палеозоя в зоне разлома ступенчато погружается до 2000-3000 м. В кайнозойских отложениях отдельные разломы выражены обычно крутыми флексурами с углами падения до 70°.

Главный Каратауский разлом определяет юго-западную границу бассейна. Он заложен в девоне и активно работал в конце перми и ранней юре. Амплитуда сдвига (правого) достигает 200–50 км, на неоген приходится 10–15 км. На северо-западе он разделяется на несколько ветвей. Одна из ветвей четко проявлена на северо-западе, у подножья гор Улытау, где докембрий надвинут на карбон, а последний на соленосную пермь, которую здесь из-за этого, до последнего времени относили к карбону или девону. Остальные ветви образуют в Южном Тургае систему нефтеносных юрских грабен.

В осевой части впадины проходит Жезказган-Кокшетауский правосторонний сдвиг с амплитудой 100–150 км. С этим разломом связано позднепермское Тастинское поднятие. Сдвигово-складчатые деформации образованы в результате вращательных движений Казахстанского континента при коллизии. Эти движения сформировали основную часть локальных структур, с которыми связаны несколько небольших газовых месторождений.[5]

В палеозойском разрезе Шу-Сарысуьского бассейна выделяется три толщи: лагунная терригенно-соленосная толща фамена – низов турне (до 500–800 метров), терригенно-карбонатная морская мелководная, местами угленосная нижнего карбона (500–2000 метров), аллювиально-озерная, преимущественно, красноцветная среднего карбона-перми (до 2,5 км). В самом основании перми развита соленосная толща до 500 м. Перекрываются палеозойские отложения континентальными и морскими породами верхнего мела – кайнозоя. Вдоль Каратауского и других сдвигов мощность кайнозойских красноцветных моласс возрастает до 3 км. Магматические породы включают щелочные базальты фамена – раннего турне, которые ассоциируются с разломами в середине впадины и, которые свидетельствуют о расширении впадины. В Шу-Сарысуьском бассейне установлены небольшие месторождения газа с разведанными запасами около 30 млрд. м³. Залежи приурочены к песчаникам визе и нижней (подсоленосной) перми. Основным источником газов является нижневизейская угленосная толща, развитая в основном на юго-востоке, где разведаны промышленные месторождения. Пермская соль служит региональной крышкой.

Оценка перспектив рассматриваемого осадочного бассейна проводилась неоднократно различными группами исследователей на протяжении более полувека. Практически была высказана единая точка зрения о том, что бассейн дифференцируется по степени перспектив не только по системе выделенных в нём автономных прогибов, но и по отдельным частям прогибов. При этом прогнозировалась газоносность палеозойской части осадочного чехла с незначительными концентрациями конденсата в газе. Несмотря на ограниченное присутствие капельной нефти, не предполагалось открытие нефтяных залежей, что в начале 2000-х годов было дополнительно обосновано современными геохимическими исследованиями, свидетельствующие о кратковременном нахождении генерационных комплексов в зоне «нефтяного» окна и быстром переходе их в главную зону газообразования.

Приводимые оценки прогнозных ресурсов резко различались между собой и колебались от первых десятков млрд.м³ свободного газа до первых сотен млрд.м³.

Практически все исследователи связывали вероятность новых открытий с морскими девон-каменноугольными отложениями бортовых частей прогибов при наличии соответствующих флюидопупоров разного типа, в том числе соленосных пород.

При прогнозных оценках рассматривалась вероятность открытия залежей углеводородов, как в антиклинальных, так и в неантиклинальных ловушках. В числе последних кроме традиционных литологически экранированных ловушек рассматривались тектонически-экранированные в предполагаемых зонах надвигов периферийных частей и в зонах разломов, широко развитых вдоль Центрально-Бекпакалинской и Тастинско-Таласской систем поднятий. Кроме этого перспективы открытий связывались с подводными отмелями известняковых песчаников, образовавшихся за счет размыва известняков турнейского и нижневизейского возраста на склонах поднятий во внутренней части бассейна [6].

Фактически очевидно, что газоносный потенциал бассейна нельзя считать полностью реализованным, но также очевидно, что новые вероятные открытия следует связывать преимущественно со сложно построенными ловушками. Решение таких задач на современном уровне возможно при условии проведения целенаправленных сейсмических исследований, главным образом в модификации 3Д. Насколько это будет оправдано с экономической точки зрения – нельзя дать однозначного ответа, так как нет геологических оснований рассчитывать на открытие крупных газовых месторождений, и существует высокая вероятность открытия преимущественно мелких газовых месторождений.

Об этом, в частности, может свидетельствовать и оценка прогнозных ресурсов, которая при достигнутом уровне изученности достоверно выполняема методом плотностей либо на единицу площади, либо на единицу объема конкретных частей осадочного чехла. В качестве аналогов использованы выделенные зоны нефтегазонакопления с установленной газоносностью с последующим введением в расчеты понижающих коэффициентов аналогии от 0,5 до 0,25.

Такие расчеты прогнозных ресурсов свободного газа по категориям До и Д1 суммарно могут оценивать их на уровне 30-40 млрд.м³.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Оздоев С.М., Парагульгов Х.Х. Геодинамические условия формирования нефтегазоносных комплексов рифтогенных зон Северного Устьурта и Восточного Казахстана. - Изв. НАН РК, Сер. геол., № 4, 2006.

[2] Геология нефти и газа. - Труды МИНХ и ГП, выпуск 43, Москва, Гостоптехиздат, 1963.

[3] Абдуллин А.А. и др. Особенности строения и перспективы нефтегазоносности южной части Тургайского прогиба // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1983. № 4.

[4] Оздоев С.М., Рабкин Ф.С. Рифтогенные структуры, новое перспективное направление нефтегазо-поисковых работ (на примере Арало-Каспийского и Южно-Тургайского регионов Казахстана). Ғылым. Геология Казахстана. 1996. № 2.

[5] Оздоев С.М., Парагульгов Х.Х. Геодинамические условия формирования нефтегазоносных комплексов рифтогенных зон Северного Устьурта и Восточного Казахстана. Изв. НАН РК. Сер. геол. 2006. № 4.

Кочетков А.О.

Геологиялық моделін Шу-Сарысу сипаттамасы

Түйіндеме. Бұл мақалада геологиялық модель Шу-Сарысу шөгінді бассейнінде сипаттамаларын сипаттайды. құрылымы бөлімінде ерекшеліктері, шөгінді қақпақ генерациясының кешендер мен олардың көмірсутегі әлеуетін құрылымы.

Босату Мойынқұм, Кокпандар, Үшарал-Кемпиртобинский және Жезқазған облыстарының бар мәлімдемесінде мұнай-аудандарда аясында қабылданған қағидаттарына тиісінше-тергеу мұнай-аймақтарға бөлу Шу-Сарысу бассейнінің нәтижелері.

Түйінді сөздер: Шу-Сарысу, шөгінді бассейні, қалың шөгінді және мұнай-газ саласындағы салаларын генезисі.

Kochetkov A.O.

Characteristics of the geological model of Shu-sarysu

Summary. In this article, the characteristics of the geological model of the Shu-Sarysu sedimentary basin are presented. The structural features of the section, sedimentary cover structures, generation complexes and their oil and gas potential are considered.

The results of the oil and gas geological zoning of the Shu-Sarysu basin are presented in accordance with the accepted principles within the oil and gas geological regions, with the separation of the Moinkum, Kokpansor, Usharal-Kempirtobin and Zhezkazgan zones.

Key words: Shu-Sarysu, sedimentary basin,, genesis of sedimentary sequences, areas and zones of oil and gas accumulation.

ӘОЖ 571(147)04

Л.С. Нурабаева

(Тараз мемлекеттік педагогикалық институты,
Тараз, Республика Қазақстан, E-mail: www.lyazzat2781@mail.ru)

АЛЬТЕРНАТИВТІ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ

Аннотация: Бүгінгі таңда альтернативті энергия көздері – табиғат үрдістерінің есебінен тұрақты жаңартатын энергия көздері. Күн, өзен, жел, топырақ жылуының, топырақтық және геотермалды сулардың, сондай-ақ биологиялық отынның энергиясы белсенді пайдаланылады. Жаңартылған энергия көздері – қазіргі заманғы технологиялардың тез таралуының арқасында мүлдем таусылмайды және қолжетімді. Жел энергиясы негізінен Күн энергиясының Жер бетін бірқалыпты қыздырмауынан туындайды. Сағат сайын Жер Күннен 1014 кВт сағ энергия алады. Күн энергиясының 1-2 % жел энергиясына түрленеді. Бұл көрсеткіш жер бетіндегі барлық өсімдіктердің биоқалдыққа айналғанда бөлініп шығатын энергиясынан 50-100 есе асып түседі. Бірнеше мыңдаған

жылдар бойы адамдар күн, жел, суды – энергия көзі ретінде пайдаланған. Қазіргі таңда альтернативті энергия көздерін тұрақты энергетика қоры ретінде пайдалану адамзат үшін маңызды болып отыр.

Түйін сөздер: Жел энергиясы, күн энергиясы, су энергиясы, жер энергетикасы.

Бүгінгі таңда әлемнің ғалымдары энергияның жаңа көзін жыл өткен сайын іздестіріп келуде. Сарқылмайтын дүние жоқ. Уран да сарқылатын отынға жатады. Атом энергетикасының келешегіне қауіп төніп, көптеген елдер баламалы қуат көздері туралы ойлана бастады. Жалпы жаңартылған энергия көздері дегеніміз, табиғаттағы үдерістер есебінен үздіксіз жаңартылатын қуат көзі. Яғни, күн сәулесі, жел қуаты, гидродинамикалық су энергиясы, геотермальдық энергия: топырақтың, жер асты суларының, өзендердің, су айдындарының жылуы, сондай-ақ бастапқы энергия ресурстарының антропогендік көздері: биомасса мен биогаз, электр және жылу энергиясын өндіру үшін пайдаланылатын органикалық қалдықтардан алынатын өзге де отындар. Әрине, көгілдір отын және көмірмен жұмыс істейтін станцияларда өндірілетін қуат арзан, бірақ олардың қоры шектеулі. Сондықтан күн батареялары мен жел стансаларының қымбаттығына қарамастан, энергия өндіру бағытында жаңғыртылатын қуат көздерін құру бүгінгі және болашақ үшін өте маңызды.

Альтернативті энергия көздері – табиғат үрдістерінің есебінен тұрақты жаңаратын энергия көздері. Күн, өзен, жел, топырақ жылуының, топырақтық және геотермалды сулардың, сондай-ақ биологиялық отынның энергиясы белсенді пайдаланылады. Жаңартылған энергия көздері – қазіргі заманғы технологиялардың тез таралуының арқасында мүлдем таусылмайды және қолжетімді.

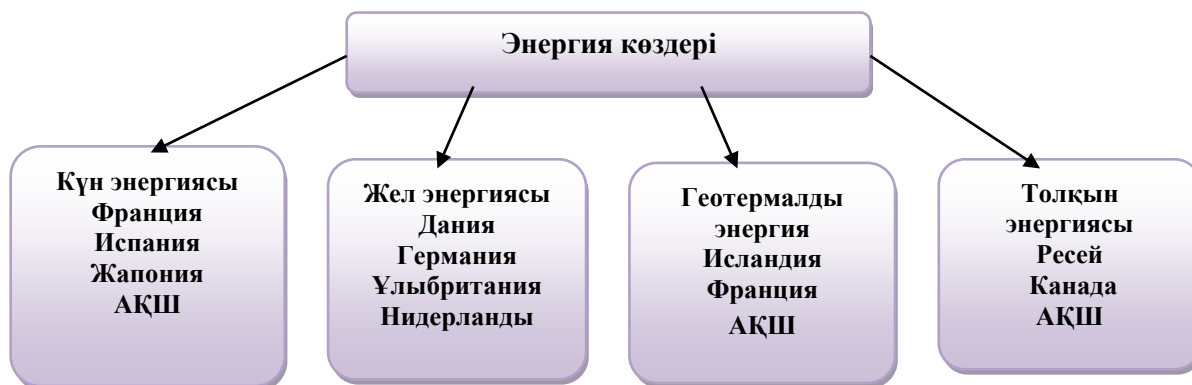
Жел энергиясы негізінен Күн энергиясының Жер бетін бірқалыпты қыздырмауынан туындайды. Сағат сайын Жер Күннен 1014 кВт сағ энергия алады. Күн энергиясының 1-2 % жел энергиясына түрленеді. Бұл көрсеткіш жер бетіндегі барлық өсімдіктердің биоқалдыққа айналғанда бөлініп шығатын энергиясынан 50-100 есе асып түседі. Бірнеше мыңдаған жылдар бойы адамдар желді – энергия көзі ретінде пайдаланған. Жел энергиясын пайдаланып желкен көмегімен жүзген. Жер суландыру кезінде, жел диірмені ретінде дәнді-дақыл өнімдерін ұнтақтау үшін қолданған [1].

Жел энергиясының қоры бүкіл планета өзендерінің гидроэнергиясынан 100 есе асып түседі де ылғи да және барлық жерде жел соғып тұрады. Жаздың қоңыр салқын самал желін, апат, зардап шығын әкелетін керемет дауылдарды атап өтуге болады.

Қалпына келтіретін дәстүрлі емес жел энергиясының келешегі зор, экологиялық таза, қоры ешуақытта сарқылмайды, әрі арзан, тиімді. Бұларды пайдалану табиғат баланстарын бұзбайды. Жел энергиясын қолдану таулы аймақтардың жоғары бөктерінде толқынды теңіз жағалауларында ыңғайлы екені бәрімізге танымал. Жел энергетикасын дамытуға қолайлы аймақтар өте көптеп табылады. Жел күші жер бетінің ойлы-қырлы болуына тікелей байланысты. Мысалы, таулы аймақтың екі бөлігін қарастырайық, Күн көзінің екі бөлікке түскен энергиясы бірдей болғанымен, жердің кедір-бұдыры әр қилы болғандықтан, жел күшінің ықпалы, бағыты да әр түрлі болады. Жел күшінің ықпалы жыл мезгілінің ауысуына, ауа райының өзгеруіне байланысты өзгеріп отырады. Мысалы, Дания елінің климаттық жағдайын ескерер болсақ, фотоэлектрлік жүйемен қамтамасыз етілген энергия қыста - 18% , ал жазда - 100% берсе , ал жел станциясынан алынатын энергия қыста – 100%, жазда – 55% береді екен. Осындай үйлесімділікпен қарастырылған желқондырғысы мен фотоэлектрлік жүйеден тұратын желқондырғысын біріктіріп пайдаланған жөн. Жел күшінен өндірілетін энергия мөлшері желдің тығыздығына, жел турбинасының қалақшаларының ауданына, жел жылдамдығының кубына тәуелді болады.

Біз ауалық мұхиттың түбінде желдер әлемінде өмір сүреміз. Қозғалыстағы ауалық массалардың энергиясы орасан көп. Жел энергиясының қоры, ғаламшарымыздағы барлық өзендердің гидроэнергияларының қорынан жүз есе көп. Біздің мемлекетіміздің төңірегінде соғатын желдер, елімізді электрэнергиясымен қамтамасыздандырады. Еліміздегі климаттық жағдайлар жел энергетикасының дамытуға қолайлы.

Жер бетіндегі жел энергиясының потенциалы 1200 ТВт дейін жетеді, бірақ осы потенциалды қолдануға Жер бетінің әр төңірегінде біркелкі емес. Вертикаль қимадан өтетін жел қозғалысының қуаты, энергияны түрлендіруге жеткілікті болу үшін 20-30 м биіктікте желдің жылдық орташа жылдамдығы көп болуы қажет. Жел қозғалысының орташа жылдық меншікті қуаты 500 Вт/м^2 -қа (желдің жылдамдығы 7 м/с) жететін жерде орнатылған жел энергетикалық құрылғы 500 Вт/м^2 -тың 175-ін ғана электр энергиясына түрлендіреді [2].



Жел қозғалысының энергиясы жел жылдамдығының үшінші дәрежесіне пропорционал. Бірақ, идеалды құрылғының көмегімен бұл энергияны толығымен электр энергиясына айналдыруға мүмкіндік жоқ. Жел қозғалысының энергиясын пайдалы қолдану коэффициенті (ПҚК), теориялық есептеулер бойынша 59,3% құрайды. Басылымға шыққан мәліметтер бойынша, практикада жел энергиясының ең үлкен ПҚК-і реалды жел агрегатында жуықтап алғанда 50% жақын болады, бірақ бұл тек қана проектіде қарастырылған желдің оптималды жылдамдықтарында ғана. Одан басқа, жел қозғалысының энергиясының бір бөлігі механикалық энергия электр энергиясына түрленген кезде жоғалады, оның ПӘК-і 75-95%. Осының барлығын ескере отырып, реалды агрегат проектіде қарастырылған тұрақты жылдамдықтар диапазонында жұмыс істесе ғана, желдік агрегаттың меншікті электрлік қуаты жел қозғалысының қуатының 30-40%-ын құрайды. Осы фактілердің барлығын ескере отырып жыл бойындағы электр энергиясының меншікті шығарылуы жел энергиясының 15-30% -ын құрайды [3].

Қазіргі кезде жел агрегаттары электр тогымен мұнайшыларды қамтамасыздандырады олар жетуге қиын жерлерде жұмыс істейді, алыс аралдарда, Арктикада және үлкен халық топтары тұратын жерлерден алыс орналасқан мыңдаған ауылшаруашылық фермаларда да жұмыс істейді. Мэн штатында тұратын американаец Генри Ключ екі мачта құрып оған екі жел двигателімен генераторларды орналастырды және әр-біреуі 6В, 60В және 2В-тан тұратын 20 аккумулятор оған желсіз күні жұмыс істейді, ал бензин двигателі оған резерв ретінде тұрады. Бір айда Ключ жел агрегаттарынан 250кВт/сағ энергия алады; бұл оған барлық шаруашылығын жарықтандыруға және электр аппаратураны (теледидар, тоңазытқыш т.б.) жұмыс істетуге жетеді.

Жел электрлік агрегаттарды кеңінен қолайлы жағдайларда қолдануға олардың қымбаттылығы кедергі жасайды. Қазіргі заманда жел электрлік генераторлардың әр-түрлі прототиптері шығарылған. Құрылғыны проектилеуде ең үлкен қиыншылық ол кез келген желдің жылдамдығында пропеллердің айналу жиілігі біркелкі болуы тиіс. Өйткені генераторды желіге қосқанда ол жиілігі 60 немесе 50 Гц айналымы ток тудыру керек. Сондықтан лопастьдердің көлбеулік бұрышы реттеліп отыруы тиіс жел күшті болғанда бұл бұрыш сүйірірек болуы тиіс, жел қозғалысы әлсіздеу болғанда бұл бұрыш арту керек. Лопастьдерді реттеумен қатар генератор мачтада желге қарсы автоматты түрде айналуы тиіс.

Бірнеше мыңдаған жылдар бойы адамдар желді – энергия көзі ретінде пайдаланған. Қоғам мәдениетінің жаңа қалыптасқан кезінде жел энергиясын теңіз саяхатында пайдаланған. Ертедегі мысырлықтар 5 мың жыл бұрын жел энергиясын пайдаланып желкен көмегімен жүзген. Біздің заманымыздың 700 жылдары қазіргі Ауғанстан жерінде тік бекітілген осі бар жел машинасымен дақылдарды ұнтақтау үшін қолданған. Жерорта теңізінде орналасқан Крит аралында ұзын мұнараға бекітілген жел күшімен қозғалатын диірмен жер суландыру жүйесінің жұмысын атқарған. XIV ғасырда голландықтар жел диірменін жетілдіріп, дәнді-дақыл өнімдерін ұнтақтау үшін қолданды.

1854 жылы АҚШ-та жел энергиясымен жұмыс істейтін су тарту насосы іске қосылды. Су тарту насосының моделі жел диірменінен қалақшалар санының көптігімен және жел бағыты мен жылдамдығын анықтайтын аспап флюгердің болуымен ерекшеленеді. 1940 жылдары осындай жел күшімен қозғалатын диірменнің саны 6 миллиондай еді, оларды су тарту және электроэнергия алу мақсатында қолданды.

Осындай жел диірмендер мал шаруашылық фермасын сумен қамтамасыз етіп тұрды. XX ғасырдың ортасында жел энергиясын қазіргі заман энергия қоры – мұнай орнын басты. Дүние жүзінің бірнеше рет мұнай дағдарысынан соң, қайтадан жел энергетикасына көпшіліктің қызығушылығы

оянды. Мемлекет қаржыландыру қолдауымен өткізілген зерттеулер мен эксперименттердің нәтижелері, жел энергиясын пайдаланудың жаңа технологиясының дамуына жол ашылды.

Ағындағы судың энергиясы мыңжылдықтар бойы адамзатқа қызмет етеді. Оның Жердегі қоры орасан көп. Күннен келетін энергияның біраз мөлшерін жұтатын, Әлем мұхиты аккумулятор ретінде қызмет етеді. Мұнда толқындар, толсумен пен қайтулар және алып мұхиттық ағындар пайда болады. Мұхиттар мен теңіздерге суын әкелетін қуатты өзендер туады. Адамзат энергия қорын іздеу жолында осындай энергия түрін шет қалдырмағандығы да түсінікті. Адамзат ең алғаш өзендер энергиясын қолдануға үйренді.

Қазіргі кездегі суэлектрстанцияларда су үлкен жылдамдықпен турбиналардығы лопастеріне бағытталады. Судың механикалық энергиясы турбина бойымен генераторға беріледі және мұнда ол электр энергиясына айналады. Қуаты бойынша гидроэлектрстанциялар кішкентай (қуаты 0,2 МВт-тан бастап), кішкене (2 МВт-тан), орташа (20МВт-қа дейін) және үлкен (20МВт-тан үлкен). Судың ағу жылдамдығы гидроэлектрстанцияларды бөлудің екінші критеріі [4].

СЭС-ді құруға өте көп шығындар кетеді. Бірақ ол шығын компенсацияланады. Қазіргі замандағы жоғарлы инженерлі деңгейде проектилендірілген ГЭС-тердің қуаты 100 МВт-ты асады, ал олардың ПЭК-і 95%-ды құрайды. Турбина – энергетикалық ең пайдалы машина, өйткені су өзінің ілгерілемелі қозғалысын оңай айналмалы қозғалысқа ауыстырады.

Қоршаған ортаның ластанбауы, эксплуатацияның қарапайымдылығы және табиғаттың өзімен орнына келетін энергия қорысуэлектрстанциялардың ерекшеліктері. Бірақ үлкен суэлектрстанцияға плотинаны құру өте күрделі есеп болып шықты. Қуатты гидротурбиналарды айналдыру үшін плотинаның артында өте көп су жинау керек. Египеттік пирамидаларды құруға жұмсалған материал мен салыстырғанда плотинаны құруға қажет материал орасан көп.

Сондықтан XX ғасырда бірнеше ғана су электрстанциялар салынды. Бірақ адамзатқа жердің суэнергетикалық потенциалын аз ғана бөлігін қолдануда. Жыл сайын жаңбырдан, қар еруінен теңіздерге ағатын су ағындары қолданусыз қалады.

Су электр станциялары (СЭС) су ағымының әлеуетті энергиясын электр энергиясына айналдыруға қолданылады. Су электр станциялары көбінесе өзен бойында тоған және су қоймаларын құра отырып салынады. Сондай-ақ, су ағымының кинетикалық энергиясын еркін ағымдық СЭС-терде қолдануға болады.

Ерекшеліктері:

1. СЭС электр энергиясының өзіндік құныбасқа электр станция түрлеріне қарағанда әлдеқайда төмен;
2. СЭС генераторларын қажеттілікке сай жылдам өшіріп-қосуға болады.
3. Жаңартылатын энергия көзі болып табылады;
4. Қоршаған ауаға әсері басқа электр станцияларға қарағанда анағұрлым азырақ
5. СЭС құрылысы капиталды көбірек қажетсінеді;
6. Тиімді СЭС-тер тұтынушылардан жиі алыс орналасады;
7. Су қоймалары едәуір аумақтарды алып жатады.

2010 жылы су энергетикасы әлемдік электр энергиясының 16% пайыз, ал жаңартылатын энергияның 76 %-ын қамтамасыз еткен. Тіркелген энергетикалық қуаттылығы 1015 ГВт құраған. Адам санына шаққанда су энергиясын өндіруде Норвегия, Исландия мен Канада елдері көшбасшылар қатарында [7].

Жер энергетикасы – геотермалдық энергетика Жердің табиғи жылулық энергиясын қолдануды өзінің базалық нүкте ретінде алады. Бір километр тереңдікті есепке алып Жер қыртысының үстіңгі қабатының температуралық градиенті 20-30⁰С, және, Уайттың мәліметтері бойынша (1965 ж.), тереңдігі 10км жер қыртысының жылу мөлшері 12*10²⁶Дж. Бұл жылулық ресурстар 4,6*10¹⁶т көмірдің жылулық ресурсына эквивалентті. Бұл техникалық және экономикалық әлемдегі көмір ресурстарының жылулық ресурстарынан 70 мыңнан астам рет көп. Бірақ, жер қыртысының үстіңгі қабатындағы (10 км тереңдікке дейін) геотермалдық жылулық, оның көмегімен әлемдегі энергетикалық проблемаларды шешу үшін өте жайылған. Өнеркәсіпте қолдану үшін қажет ресурстар жекелеген геотермалдық энергияның қайнар көздері ретінде берілген, олар қолайлы тереңдікте шоғырланған, өздерінің температурасы және көлемі электр энергия ретінде немесе жылу ретінде қолдану үшін жеткілікті [5].

Күн сәулесі - салқылмас болашақтың энергиясы. Күн жылуын пайдалану әдісі Жапонияда неғұрлым қарқынды дамып келеді, мұнда күн модульдерін шығару алты жылда 10 еседен астам (1997

жылы 35 МВт-тан 2003 жылы 364 МВт-қа дейін), ал дүние жүзінде осы кезеңде – 6 есе (125,8-ден 760 МВт-қа дейін) артты. АҚШ президенті маңындағы стратегиялық зерттеулер комиссиясының қорытындысы бойынша ХХІ ғасырда күн энергетикасының өсу жылдамдығы тіпті қарқынды даму үстіндегі компьютерлік технологиялар тәрізді салалардан да әлдеқайда жоғары болады.

Қазіргі кезде энергияның баламалы түрін іздестіруге көңіл бөліп жатырмыз. «Норвегия Күн энергетикасын дамыту тек қана қана қоршаған ортаны қорғауға көмектеспейді, сонымен қатар жаңа жұмыс орындарын құрады. 2004 жылы бұл саладағы жұмыспен қамтылғандардың саны 4 мың адамға артып, 16 мың адамға дейін жетті. Перспективада, неміс мамандарының есебі бойынша, күн энергетикалық қондырғыларын салу, жөндеу және қызмет көрсету ГФР шамамен 100 мың адамды тұрақты жұмыспен қамтамаыз ете алады. Цюрих имиджі күн энергиясының биржасын құру идеясының арқасында жаңа экологиялық сипат алды. 1997 жылдың мамырынан бастап Цюрих электростанциясының клиенттері электр энергиясының орнына күн энергиясын алу мүмкіншілігін алды, осылайша олар қаражаттың алты есе үнемделуін қамтамасыз етті және экологиялық энергетиканы қолдауда өз үлесін қосты. Ұсынысты халық өте жақсы қабылдады, өте қыса мерзімінің ішінде алғашқы күн қондырғылары өндіруі мүмкіндігінен екі есе асатын мөлшерде күн энергиясына тапсырыс түсті.

Цюрих электростанциясы өзіне жеткізушілер мен клиенттер арасындағы белсенді делдал рөлін алады. Ол күн энергиясын сатып алады, сонан кейін оны қосымша құнсыз барлық жеткізулердің аралас бағасымен сатады. Күн энергиясын жеткізушілер өз қондырғыларын салады және оларды қала ішінде салынған алаңдарда өз қалауы бойынша орналастырады. Бұл үшін электростанция 20 жыл мерзімінде күн энергиясын тұрақты бағамен сатуды кепіл етеді.

Қазіргі кезде күн энергиясы халық шаруашылығында – гелиотехникалық құрылғылар (жылыжай, саяжай, суқайнатқыш, сужылытқыш, кептіргіш сияқты әр түрлі қондырғылар) өте жиі қолданылады. Ойыс айнаның фокусында жиналған күн сәулесі ең берік деген металдарды балқытады. Күн электр бекеттерін жасау, үйлерді жылытуды күн энергиясын қолдану жолында жұмыстар атқарылуда. Күн энергиясын тікелей электр энергиясына айналдыратын шама өткізгіштерден құрастырылған күн батареялары күнделікті өмірде қолданылуда. Біздің заманымызда табиғи таза энергия қоры – күн энергиясын пайдаланудың негізгі екі бағыты бар: 1) күн энергиясын ішкі энергияға түрлендіру арқылы жылумен қамтамасыз ету және 2) күн энергиясын электр энергиясына түрлендіру.

Электростанция клиенттерінің 3% күн энергиясының биржасына қатысады. Үлкен сұраныстың арқасында алғашқы биржаның басталуынан кейінгі 20 ай ішінде жалпы қуаты 365 мың квт.с. болатын 16 жаңа күн қондырғыларын қосу мүмкін болды, осы сияқты жалпы желіге қосулар одан әрі үздіксіз жалғасуда.

1. Қазақстанның оңтүстік облыстарында күн батареяларын орнатуды жылдамырақ қолға алынса;

2. Күн батареялар жаңа жұмыс орындарын ашуға қосымша инвестиция алынса;

3. Жергілікті өндіріс орындарының өнімге деген сұранысын арттырса;

4. Мемлекет тарапынан күрделі қаражаттық салымдар бөлінсе;

5. Халық шаруашылығы, металлургия, ауылшаруашылық, энергетика саласында күн энергиясын пайдалануды қарастырылса;

6. Қазақстанда күн энергиясымен жұмыс жасайтын машиналарды айналымға енгізілсе;

7. Күн энергиясын тиімді пайдаланудың тағы бір жолы минералды ащы суларды тұздардан айырып, оларды ауыз суға пайдаланылса;

8. Сұранысты арттыру мақсатында ЭКСПО-2017 көрмесін туристерге ұсынылса маңызды шешімдерін табар еді.

Бүгінгі таңда тұрақты энергетика жаһандық маңызды мәселінің біріне айналып отыр. Экспо-2017-нің арқасында қазақстан бүкіл адамзат үшін маңызды болып отырған осы мәселені насихаттаушылардың көшбасшысы болып отыр. Тұрақты энергетика дегеніміз қарапайым мәселе емес. Бірқатар аймақтар бұл – мұнай-химия шикізатынсыз өндірілген электр энергиясы болса, екінші бір аймақ үшін бұл – адамдардың қалыпты өмірі мен жұмыс істеуіне қажетті азық-түлік қауіпсіздігі болуы мүмкін. Әлемнің әртүрлі өңірлеріндегі тұрақты энергетика біздің жабдықтау жүйесі қағидаттарын қаншалықты дұрыс қолдана алуымызға байланысты. Қазақстан өзінің табиғи және тарихи ерекшеліктеріне байланысты бұл мәселеде озық үлгілерді көрсете алады. Бұл ел энергетикалық шикізат көздеріне бай болғандықтан, энергетикалық тұрақтылықтың инновациялық шешімдерін табуда зор мүмкіндіктерге ие болып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қазақстанның ұлттық энциклопедиясы – Алматы, 2005. – 23-25 б.
2. Архангельский М.Н «Курс физики и энергетики» М.: 2004.
3. Жақашов А.М Ауылшаруашылығын сумен қамтамасыз ету, мелиорация және ресурстарды үнемдеу технологиялары – Алматы, 2015. – 76-78 б.
4. Непорожний П.С., Попков В.Н. Әлемнің энергетикалық қорлары. – М.: Наука 2002.- 82-85 б.
5. Болтаев О. Күн энергиясының тұрмыстық жағдайы. - Алматы, 2012. 20-24 б.

Нұрабаева Л.С.

Источники альтернативной энергии

Резюме. На сегодняшний день альтернативные источники энергии вырабатываются за счет постоянного обновления природы. Сегодня активно используют энергию солнца, ветра, воды, геотермальной воды, а также биологическое топливо. Альтернативные источники энергии – это новейшая, неисчерпаемая и доступная современная энергия. Ветряная энергия образуется за счет неравномерного перегрева Земли солнечной энергией. Каждый час Земля получает от Солнца 1014 кВт энергии. 1-2% солнечной энергии варьируется на энергию ветра. Такой показатель превышает 50-100 раз на обработку биологических отходов всей растительности Земной поверхности. Люди на протяжении нескольких тысяч лет использовали энергию солнца, ветра, воды в качестве источника энергии. На сегодняшний день альтернативные источники энергии являются устойчивой энергетикой человечества.

Ключевые слова: энергия ветра, солнечная энергия, энергия воды

Nurabaeva L.S.

An alternative sources of energy

Summary. Nowadays the alternative of energy are taken from nature change becomes permanent renewed sources of energy. The energy of the sun, river, wind, warmth of the earth, soil and geothermal waters are actively used as well as biological fuel. Renewed energy sources thanks to rapid spread of up-to-date technology never comes to an end and its always accessible. Wind power emerges from the sun power when its unable to heat up equally the surface of the ground. Per hour the earth gets 1014 kilo watt hour power from the sun. 1-2% of the sun power alternatives to wind power. 50-100 times this index outnumbers all the bioremaines of the plants on the earth. In a few course of thousand years people used the sun, the wind, the water as a means of energy. Nowadays the use of alternative power sources as permanent power resources is very important to humanity.

Key words: wind power, sun power, water power, earth power.

УДК 911.2(551.8)

А.А. Жангужина, К.М. Джаналеева, Ж.Г. Берденов
(Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, (Altyn8828@mail.ru))

**ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ
БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ**

Аннотация. Рассмотрены вопросы формирования современной гидросети бассейна реки Есиль. Изучены палеогеографические условия развития территории бассейна реки и формирования его русла. В частности, проведен исторический анализ по изучению основных материалов, где содержатся сведения поэтапного развития эндогенных и экзогенных процессов строения Северного Казахстана. Изучены работы казахстанских ученых, занимающихся восстановлением палеогеографической обстановки региона по реконструкции погребенного рельефа, сформировавшегося к концу олигоцена и к концу плиоцена, для территории бассейна реки Есиль. Анализ и синтез палеогеографического материала привел к выводу, что основным периодом формирования большей части древней гидрографической сети бассейна реки Есиль можно отнести к верхнему олигоцену.

Ключевые слова: бассейн реки, формирование, гидросеть, палеогеография, неотектоника, олигоцен.

Введение. Вопросы истории развития гидросети Северного Казахстана относятся к одним из самых малоизученных. В работах, где этот вопрос получил некоторое освещение (Н. Г. Кавейна, Г. Е. Быкова, А. Г. Бер, В. (В. Лаврова, П. Я. Кошелева, И. А. Волкова, М. Е. Городецкой и др.), нет единого мнения о времени первичного заложения гидросети [1].

Так, например, у Н.Г.Кассина есть указание о том, что заложение палеодолин в Приишимье произошло в палеогене, может быть даже в нижнем [2]. П. Я. Кошелев в своей работе «О возрасте рельефа территории Тургайского прогиба», касаясь вопросов заложения гидросети (рек Тургая, Тобола, Убагана, Ишима), датирует начало ее заложения верхним плиоценом [3].

Река Есиль берет начало из родников в горах Нияз в Карагандинской области (северная окраина Казахского мелкосопочника), расположена в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты, фундамент которой сложен интенсивно дислоцированными палеозойскими и рыхлыми континентальными мезозойско-кайнозойскими горными породами и Казахского мелкосопочника, остатка древней огромной горной страны, разрушенной под влиянием процессов денудации и выветривания, окраинные участки которой погружены под рыхлые отложения. Длина ее составляет 2450 км, в том числе в пределах Акмолинской области - 1027 км, Северо-Казахстанской области - 690 км, и далее пересекает Тюменскую область и часть Омской областей (рисунок 1). Самыми значительными притоками по водности и длине являются реки Колутон, Жабай, Терс-Аккан и др. (Акмолинская область), Акан-Бурлук, Иман-Бурлук и др., (Северо-Казахстанская область). Площадь водосбора 155 тыс.км² Общее падение реки от истока до устья 513 м, средний уклон 0,21‰ [4]. По строению долин и русел, реки очень разнообразные. Река Есиль на большей части широтного участка течения отличается широкой поймой, извилистым руслом, большим потоком рукавов, протоков и стариц. Такой же характер имеют отрезки его правых притоков. Иной характер долин и русел имеют притоки реки Есиль, протекающие в районе Казахского мелкосопочника (рисунок 2). Руслу некоторых из них сильно врезаны в коренные породы и имеют обрывистые берега [1].

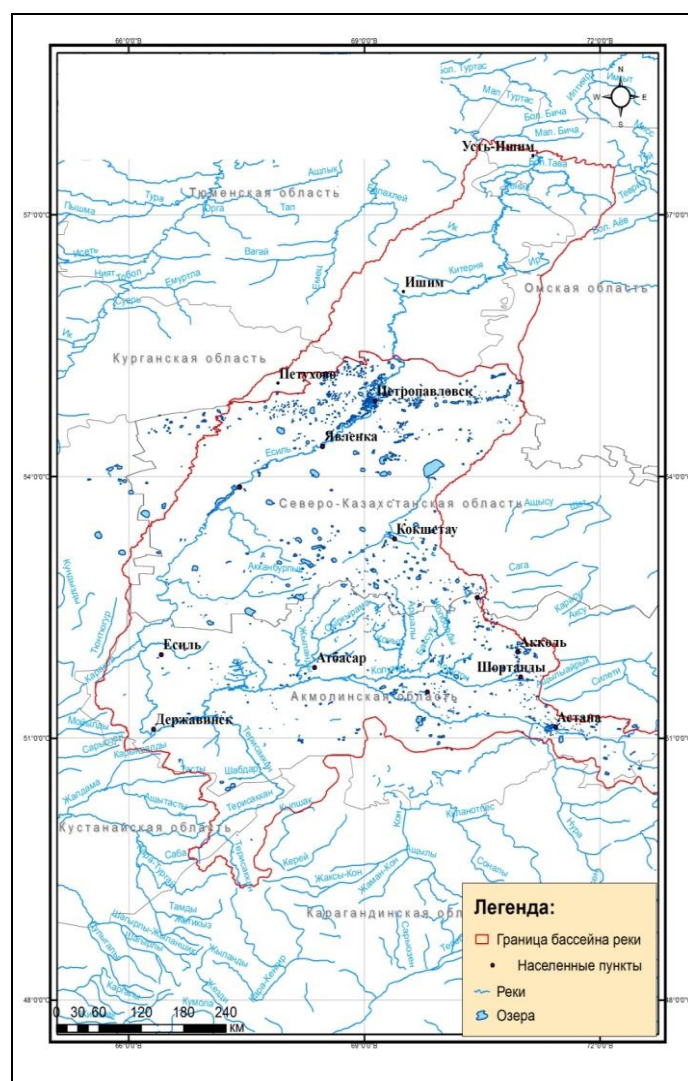


Рис. 1. Карта притоков бассейна реки Есиль

The diagram illustrates the water supply network for the Akmolinskaya area. The main line is a horizontal blue line. Branches are shown as blue lines with arrows indicating flow direction. Key locations and distances are marked along the line. The diagram is divided into three main sections by vertical red lines: Severo-Kazakhstanskaya oblast' on the left, Akmolinskaya oblast' in the center, and Karagandinskaya oblast' on the right. The main line starts at the bottom left, goes up, then right, then down, then right again. Key locations and distances are marked along the line. The diagram is divided into three main sections by vertical red lines: Severo-Kazakhstanskaya oblast' on the left, Akmolinskaya oblast' in the center, and Karagandinskaya oblast' on the right. The main line starts at the bottom left, goes up, then right, then down, then right again. Key locations and distances are marked along the line.

Анализ. В геологическом отношении Западно-Сибирская низменность в пределах Казахстана представляет собой окраину обширной тектонической впадины, заполненной толщей четвертичных и неогеновых рыхлых континентальных осадков. Они залегают на морских отложениях палеогена, в свою очередь пластующихся на мезозойских морских и континентальных образованиях и плотных кристаллических и осадочных породах палеозойского возраста. К западу и югу мощность четвертичной и неогеновой толщи значительно уменьшается в связи с повышением в этом же направлении цоколя древних пород и в связи с новейшими поднятиями земной коры в областях Торгайского прогиба и мелкосопочника [5]. В соответствии с изменениями геологического строения изменяется и рельеф местности, что особенно заметно на западе, где плоская поверхность низменности поднимается системой широких пологих ступеней, переходя к зауральскому плато. Несколько возрастает и расчлененность.

В среднечетвертичное время обводненность вновь возрастает, и аккумуляция осадков начинает приобретать покровный характер. Это связано с общим увлажнением климата и развитием наиболее значительного оледенения Западной Сибири. В это время ледниковый покров на севере, по-видимому, обусловил подпор в устьях больших рек и переполнение их, что в совокупности с климатическими причинами и вызвало на юге Западной Сибири большой размах половодий, образование местами широких пространств временных застойных бассейнов типа лиманов, разливов и расширение площади озер.

В верхнечетвертичное время обводненность территории резко уменьшается вследствие установления стока вод к северу по долинам рек, а также по многочисленным ложбинам стока, из которых одни были промыты этими водами, а другие унаследованы от более древних эпох. К верхнечетвертичному времени относится выработка рельефа средних и верхних бассейнов рек Северного Казахстана. В это же время при отмирании и распаде водоемов и ложбин стока на водоразделах образуются многочисленные бессточные впадины, с озерами и наиболее глубоких частях ложбин и депрессий. Одновременно начинается формирование гривно-ложбинного рельефа, являющегося одной из особенностей этой территории и довольно широко здесь распространенного. На западе и юго-западе бассейна рельеф сформировался в результате устремленной деятельности поверхностных вод в условиях воздымания местности и постепенного нарастания уклонов в северо-восточном, характерном и для простираения грив на направлении. Согласно Герасимову И.П. происхождение этих грив обусловлено речной деятельностью; по-мнению Б.А.Федоровича - их создал ветер [6].

В течение голоцена на общем фоне нарастания климата происходит более сухих циклов лет влажными. Интенсивность осадков в озерах и долинах рек постепенно уменьшается, но отражает цикличность климатических изменений. Циклическая смена физико-географических условий отражается также в изменении ландшафтов. В это время происходит формирование современного облика пойменных террас рек Есиль, окончательное разделение Торгайской ложбины на два бассейна [5]. Палеогеографические условия на территории Казахского мелкосопочника сопровождались формированием гидрографической сети реки Есиль.

Казахский мелкосопочник приурочен к Казахскому эпигерцинскому щиту и характеризуется равнинно-горносопочным рельефом. Поверхность мелкосопочника характеризуется ярусным строением, хотя ярусы различного геологического возраста. Повышенные формы рельефа сложены преимущественно палеозойскими и допалеозойскими породами. Внешний облик мелкопочного рельефа тесно связан с его структурными и литологическими особенностями. Увалисто-холмистые и холмистые формы с выходами скалистых пород на вершинах и склонах характерны для сопок, сложенных эффузивными породами.

Тектонике и палеогеографии Казахской складчатой страны посвящены труды А.Д.Архангельского, Н.Н.Кассина, Е.Д.Шлыгина, Е.А.Финько, Г.Ц.Медоева и других [8,9,10, 11]. Согласно мнению ученых, в допалеозойский период территория исследования представляла геосинклинальную зону накопления, за исключением отдельных участков, сформировавших складчатый платформенный фундамент из глубоко метаморфизованных протерозойских пород: гнейсов, кристаллических сланцев, мраморов, амфиболитов, гранитоидов. В палеозойский период в результате каледонских (вторая половина силура, до нижнего девона) и герцинских (средний карбон, пермь) складкообразований, здесь были созданы крупные высокие горные системы со сложным строением и характером простираения. Морские воды распространялись лишь по межгорным долинам, вдаваясь заливами в сильно расчлененную территорию региона. В послегерцинский период исследуемая территория вступает в платформенный цикл развития, происходит разрушение образовавшихся гор, вырабатывается гидрографическая сеть. Влажный теплый климат мезозоя способствовал интенсивному проявлению эрозионно-аккумулятивных процессов, формированию денудационного рельефа. Территория бассейна превратилась в пенеплен с остаточными возвышенностями, широко развитыми речными долинами.

В неоген-четвертичное время происходит дальнейшее развитие эрозионно-аккумулятивных процессов на фоне общего неотектонического поднятия и похолодания климата. Древняя мезозойско-палеогеновая поверхность выравнивания подверглась крупным деформациям. Произошли поднятия в восточной и юго-восточной частях бассейна. С возникновением островных гор и разноуровневым поднятием мелкосопочных форм рельефа в западной части бассейна произошли относительные опускания унаследованного характера.

Понижение базиса эрозии повлекло за собой пропиливание и разработку речных долин до современного уровня, но усиление долинообразования и дренажа не успело распространиться на удаленные от речных артерий бессточные части территории бассейна. Немаловажная роль в эрозионно-аккумулятивном процессе при аридизации климата принадлежала ветровой эрозии. Образования четвертичного периода широко распространены и повсеместно перекрывают более древние отложения. Литолого-генетически они представлены элювиальными и аллювиальными суглинками, супесями и песками, в абсолютном большинстве случаев щебнистыми. Этап

неотектонических движений в пределах Казахского щита связывается всеми исследователями с формированием современного рельефа. Большинство из них начало неотектонического этапа считает конец верхнего олигоцена – начало миоцена, то есть время завершения каолинового корообразования на древнем пенеплене.

Сваричевская З.А. прямо связывает неотектонические движения с разнородными типами мелкосопочника. Ею были выделены молодой и древний эрозионные формы рельефа, возникшие за счет расчленения первичной пенепленизированной поверхности – мелкосопочник склонов и водораздельный мелкосопочник, а также молодой (среднеплиоцен-четвертичного возраста) рельеф низкогорий новейшего денудационно-тектонического происхождения [12].

Длительный континентальный режим привел к широкому распространению коры выветривания (кварцы, каолинизированные породы, каолины и т.д.), облекающие коренные породы. Образовались они в юрское, меловое время. Глинистые отложения встречаются реже. Они приурочены обычно к понижениям древнего рельефа, по которым в пределы мелкосопочника ингрессировало третичное море. На склонах мелкосопочных массивов, отдельных сопках и межсопочных равнинах распространены рыхлые, песчано-суглинистые и щебенистые покровы четвертичного и современного делювия имеющего различную мощность. Они также, как и кора выветривания является основными почвообразующими породами. В долинах рек, расчленяющих мелкосопочник, многие из которых являются весьма древними, залегают мощные скопления речного супесчаного, песчано-галечного аллювия. Рельеф Казахского мелкосопочника сформировался в результате длительной, начавшейся еще в мезозое континентальной денудации, протекавшей в чередовании влажных и засушливых периодов. В настоящее время местность лишь в областях гранитных интрузий сохранила характер гор высотой до 1050 м и округлых холмогорий высотой 400-650 м. В районах, сложенных метаморфическими и палеозойскими осадочными породами, рельеф представляет собой типичный мелкосопочник с абсолютными высотами 160-400 м.

В научной работе Н.П.Белецкой под руководством Г.Д. Овчинникова, была сделана попытка реконструкции погребенного рельефа, сформировавшегося к концу олигоцена и к концу плиоцена, для территории Северо-Казахстанской области. Были построены схематические карты в масштабе 1:500000 с сечением рельефа через 2 м схематические геолого-геоморфологические профили по данным буровых скважин.

В основании разрезов (рис.3, А, Б, В), построенных по широтным направлениям, залегают морские и континентальные отложения палеогена-чеганская, чиликтинская, чапрайская свиты. Плотные, жирные чеганские глины мощностью в среднем около 40 м на юго-западе до 100-120 м толщались в конце эоцена - начале олигоцена. В конце нижнего олигоцена чеганское море вследствие поднятий в области Казахского мелкосопочника и Тургайского прогиба ушло с территории юга Западной Сибири [3].

Геологическое строение местности, характер залегания осадочных пород, а именно, чередование в вертикальном разрезе тонкозернистых осадочных отложений (жирных, пластичных глин чеганской и аральской свит) с более грубозернистыми, где явно преобладают пески, алевроиты, песчанистые глины, а ближе к мелкосопочнику – крупнозернистые пески и гравий (чапрайская, кустанайская, павлодарская свиты), позволяет сделать вывод, что на описываемой территории за палеоген-четвертичное время относительно спокойные периоды тектонической активности сменялись более энергичными.

Периодами особенно энергичных поднятий в области Казахского мелкосопочника и Тургайского прогиба были верхний олигоцен и плиоцен. Если существовали такие периоды повышенной тектонической активности, когда увеличивались перепады высот, то логичнее всего предположить, что они сопровождалась эрозионной деятельностью текущих вод, с преобладанием глубинной эрозии, формированием эрозионных долин. Это подтверждается нашими палео-геоморфологическими реконструкциями. Во всяком случае, полученные нами данные говорят о том, что поперечный врез палеодолин произошел до отложения неогеновых толщ.

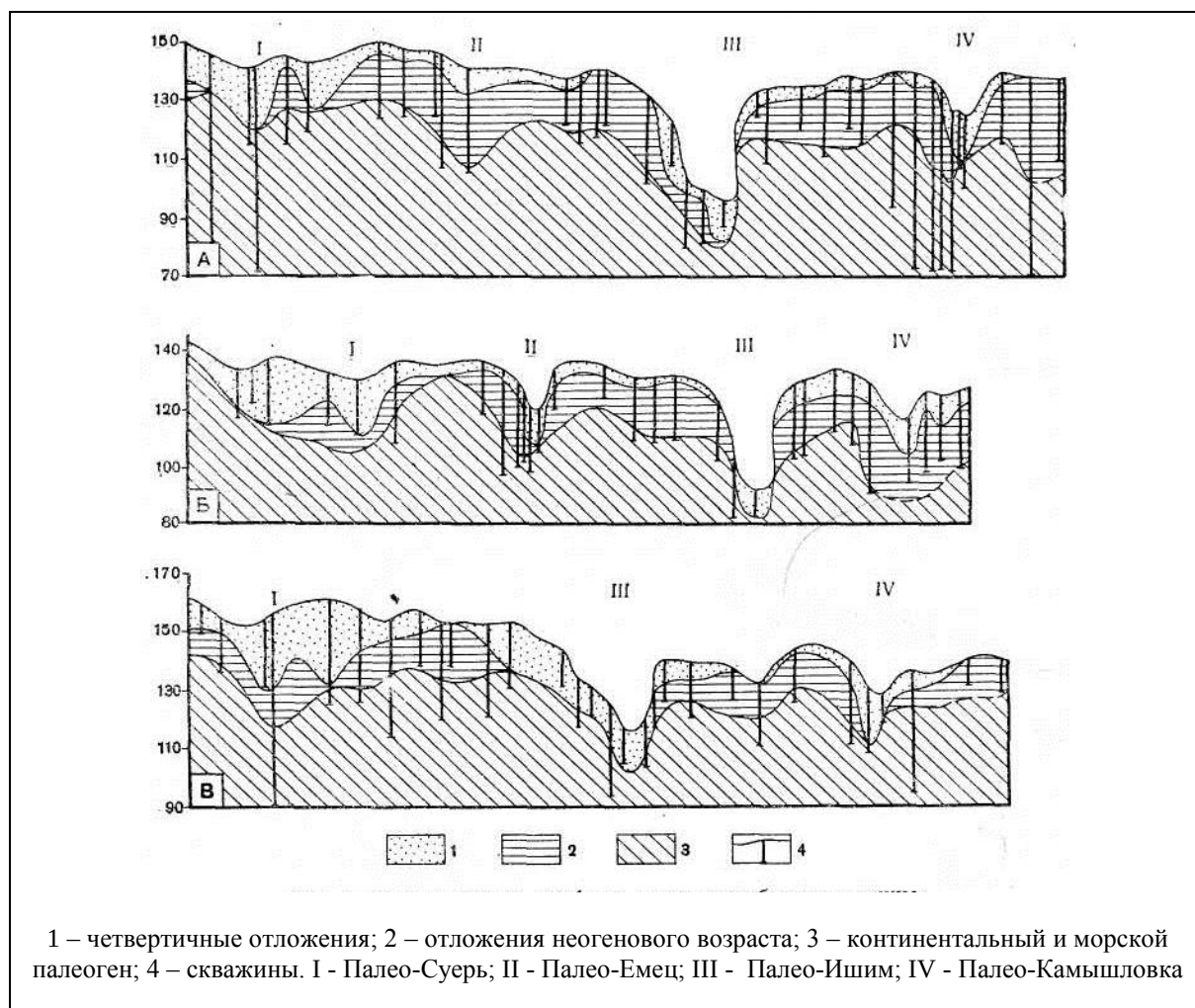


Рис. 3. Схематические профили через погребенные долины [1, с. 128].

Вывод. Период формирования древней гидрографической сети бассейна реки Есиль можно отнести к верхнему олигоцену. Палеоген-четвертичное время характеризовалось относительно спокойными этапами в тектоническом отношении, которые чередовались с этапами энергичных поднятий, что сопровождалось сильным эрозионным расчленением территории бассейна. В данный период сформировались основные притоки современной гидросети бассейна реки. Палеогеографические условия в мезокайназое характеризовались засушливыми и влажными периодами, что бурно сказалось на геоморфологическом облике описанного региона и оказало влияние на формирование сложного извилистого строения долины реки Есиль, которая на всем протяжении часто меняет свое направление русла и характеризуется мощными эрозионно-расчлененными берегами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белецкая Н.П. Палеореки на территории Северного Казахстана//Вестник Московского университета, сер. Географическая. – 1972 - № 1
- [2] Кассин Н.Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. — Алма-Ата, 1947. — С. 211-219.
- [3] Кошелев П.Я. О возрасте рельефа территории Тургайского прогиба. нов. сер., вып. 39. Л., 1960.
- [4] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21 томе. - Алматы, 2012. Т.VII: Ресурсы речного стока Казахстана.Кн.1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под науч. Ред. Р.И.Гальперина. – 684 с.
- [5] Природное районирование Северного Казахстана: Кустанайская,Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Акмолинская и Павлодарская область. - М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. - 468 с.
- [6] Герасимов И.П.Очерки физической географии Казахстана. - Алма-Ата: АН Каз ССР, 1952. - 511 с.
- [7] Джаналеева Г.М. Физическая география Республики Казахстан. - Астана: Ену им. Гумилева, Аркас, 2010. - 592 с.

- [8] Герасимов И.П. Развитие рельефа Казахского мелкосопочника (Центральный Казахстан) // Известия АН СССР. Сер. геогр. и геоф. – 1937. – № 4. – с. 565-569
- [9] Медоев Г.Ц. К геоморфологии мелкосопочника Казахской степи // Изв. КазФАНССР. Сер. Геологическая. – 1944. – № 2. – С. 44-46.
- [10] Кассин о древних долинах в Центральном Казахстане // Проблемы советской геологии. – 1936. – № 1. – т. 6. – М.; Л., – с. 77-82
- [11] Николаев В.А. Развитие природы Южного Урала, Северного и Центрального Казахстана. В кн.: «Четвертичный период», т. 2. Изд-во МГУ, 1965.
- [12] Сваричевская, З. А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии: Изд-во ЛГУ, 1965. – 281 с.

Жангузина А.А., Джаналеева Г.М., Берденов Ж.Г.

Қазіргі заманғы есіл өзенінің гидрографиялық жүйесінің қалыптастыруы

Түйіндеме. Бұл мақалада қазіргі заманғы Есіл өзенінің гидрографиялық жүйесінің қалыптастыруы талқыланады. Есіл өзені алабының палеогеографиялық дамуының кезеңдері және өзен арнасының пайда болуы.

Атап айтқанда, ол эндогендік және экзогендік құбылыстардың Солтүстік Қазақстан аумағында кезең-кезеңімен дамуының зерттейтін негізгі материалдар бойынша тарихи талдау жүзеге асырылды. Есіл өзенінің аумағындағы, олигоцен және плиоценнің соңындағы жерленген бедерінің қалыптастыруын және палеогеографиялық жағдайдың қалпына келтіруінің қазақстандық ғалымдардың еңбектері зерттелді. Палеогеографиялық материалдарды талдау және синтез бойынша Есіл алабының ежелгі гидрографиялық жүйесінің негізгі бөлігінің қалыптасуы жоғарғы олигоценге жатқызуға болады.

Түйінді сөздер: өзен алабы, қалыптастыруы, гидрожүйе, палеогеография, неотектоника, олигоцен.

Zhanguzhina A.A., Janaleyeva K.M., Berdenov Zh.G.

Formation of a modern hydrographic network in the esil basin

Summary. The article deals with the formation of a modern hydroelectric network in the Esil basin. We have studied the paleogeographical conditions for the development of the basin of the river basin and the formation. In particular, a historical analysis was conducted to study the main materials, which contain information on the phased development of endogenous and exogenous processes in the structure of Northern Kazakhstan. The works of Kazakhstan's scientists engaged in restoration of the paleogeographic situation in the region for the reconstruction of the buried relief formed at the end of the oligocene and towards the end of the pliocene for the territory of the Esil basin were studied. Analysis and synthesis of paleogeographic material led to the conclusion that the main period of the formation of the greater part of the ancient hydrographic network of the Esil basin can be attributed to the Upper Oligocene.

Key words: basin of the river, formation hydrographic network, paleogeographic, neotectonic, oligocen.

УДК 553.2 (574)

Б. А. Дьячков, Т. А. Ойцева, И. Е. Матайбаева, О. Н. Кузьмина, С. С. Айтбаева
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, tatiana.oitseva@gmail.com)

**ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Аннотация. Рассматривается геотектоническая позиция и рудоносность гранитоидных поясов пермского возраста, сформированных в постколлизийной (орогенной) геодинамической обстановке в структуре Большого Алтая. Отмечаются ведущие геолого-структурные, петрологические и минералого-геохимические критерии прогнозирования и поиска редкометалльных пегматитовых месторождений Калба-Нарымской зоны. Приводится оценка перспектив известных и новых нетрадиционных типов редкометалльного оруденения.

Ключевые слова: редкие металлы, пегматиты, критерии прогноза, оценка перспектив, Восточный Казахстан.

Введение

Актуальность исследований определяется возросшей потребностью на мировом рынке редких и редкоземельных металлов. В Восточном Казахстане к важнейшей задаче относится возрождение редкометалльной отрасли и обеспечение сырьем действующих предприятий. Основные проблемные вопросы по укреплению и развитию минерально-сырьевой базы были рассмотрены на ряде конферен-

ций и совещаний [1, 7]. В последние годы в регионе возобновились геолого-съемочные работы нового этапа картирования – геологическое доизучение площади масштаба 1:200 000 (ГДП – 200). В итоге этих работ, наряду с составлением геологических карт нового поколения, выделены перспективные площади и участки, но новых месторождений пока не обнаружено. В результате развития научной проблемы «Большой Алтай» (геология и металлогения) авторами с позиций гипотезы глобального мобилизма уточнялись закономерности формирования и критерии прогнозирования ведущих геолого-промышленных типов редкометалльных и редкоземельных месторождений. Большое внимание уделялось выяснению генетических связей редких металлов с определенными геологическими формациями, геохимической и металлогенической специализации гранитоидных комплексов, сформированных в различных геодинамических условиях и обстановках. Основные результаты исследования приводятся ниже.

Геолого-структурная позиция гранитоидных поясов

По геотектоническому районированию в пределах рассматриваемой территории Восточного Казахстана выделяется крупная геоструктура Большого Алтая (БА), входящая в состав Центрально-Азиатского подвижного пояса [1]. Границами являются северо-западные глубинные разломы: Локтевско-Караиртышский отделяет структуру БА от Горного и Китайского Алтая, а по Чингиз-Саурскому разлому она граничит с Чингиз-Тарбагатаем. Территория охватывает геологические структуры Рудного Алтая, Калба-Нарыма, Западной Калбы, Жарма-Саура и прилегающие районы России и Китая, общая протяженность которых в современном виде более 1000 км при средней ширине 300 км. В плане они образуют своеобразную систему параллельных тектонических зон или коллаж террейнов, ограниченных северо-западными глубинными разломами.

По металлогеническому районированию внутри Большого Алтая выделяются четыре рудных пояса: 1) Рудноалтайский медно-полиметаллический, 2) Калба-Нарымский редкометалльный, 3) Западно-Калбинский золоторудный и 4) Жарма-Саурский многометалльный [1, 2]. Указанные рудные пояса характеризуются разнообразием типов полезных ископаемых, различающихся по генезису, возрасту, масштабности и другим признакам.

Главными редкометаллонсными структурами региона являются гранитоидные пояса позднегерцинской активизации, сформированные в постколлизийной (орогенной) геодинамической обстановке в процессе вертикальных тектонических движений, взламывания и раздвижения блоков ЗК, проявления интенсивного гранитоидного магматизма. Установлена закономерная пространственная приуроченность гранитоидных поясов к тектонически ослабленным зонам повышенной сиаличности разреза ЗК, подчеркивается северо-западная линейность и значительная протяженность (более 500-800 км) [1]. Выделяются следующие гранитоидные пояса: 1) *Тигирекско-Черневинский и Горноалтайский* (Урыль-Коктогайский), расположенные в Белоубинско-Сарымсактинской зоне и Горном Алтае; 2) *Калба-Нарымский*, ограниченный Иртышской зоной смятия и Теректинским глубинным разломом; 3) *Семипалатинско-Буран-Бурганский*, прослеживающийся вдоль границы Западной Калбы и Чарской зоны; 4) *Акбиик-Акжайляуский* пояс Жарма-Саура и 5) *Тлеумбет-Дегеленский в Восточно-Чингизской зоне*.

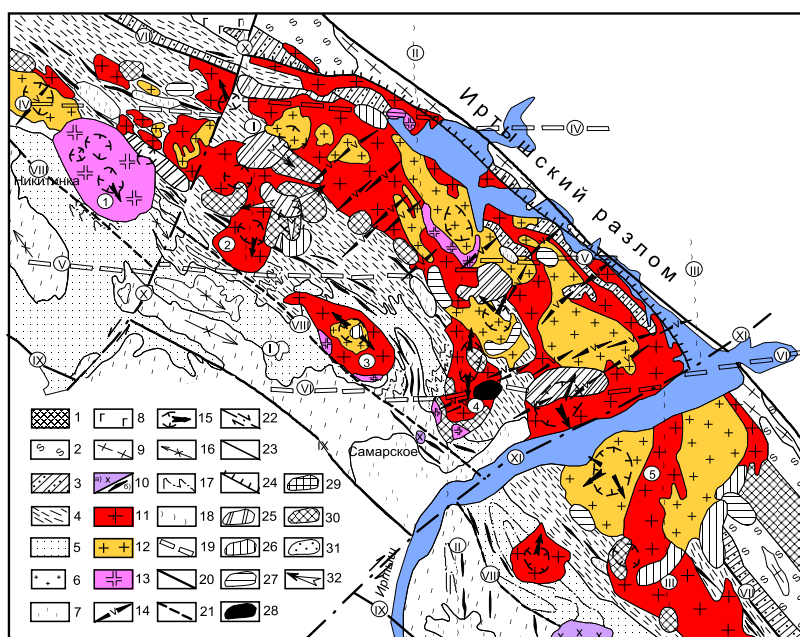
Калба-Нарымский гранитоидный пояс – это главная редкометалльная структура региона, объединяющая многие месторождения и рудопроявления пегматитового типа (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn), альбитит-грейзенового (Sn, Ta, Li), грейзеново-кварцевожильного и гидротермального (W, Sn) типов [3, 4]. По районированию выделяются четыре рудных района (Шульбинский, Северо-Западно-Калбинский, Центрально-Калбинский и Нарымский), две рудные зоны (Гремячинско-Киинская, Карагоин-Сарыозекская) и 22 рудных узлах. К ведущему геолого-промышленному типу относятся месторождения редкометалльных пегматитов, которые разрабатывались Белогорским ГОКом, но в настоящее время законсервированы (Бакенное, Юбилейное, Белая Гора и др.)

Геолого-структурные критерии. Анализ эволюции гранитоидного магматизма и оруденения показывает, что месторождения редкометалльных пегматитов генетически связаны с гранитами калбинского комплекса (P₁) и пространственно размещаются преимущественно средне-крупнозернистых порфировидных биотитовых гранитах I фазы, в меньшей степени – в среднеравнозернистых гранитах II фазы. Лейкократовые граниты монастырского комплекса (P₂) сопровождаются камерными хрусталеносными пегматитами, гидротермалитами с вольфрамитовой минерализацией и специализацией на редкие земли [3,13]. В дельбегейском комплексе (P₂) Западной Калбы проявлены миаро-

ловые граниты и лейкограниты (с вкрапленностью касситерита и аквамарина) и грейзеново-кварцевожилые образования (Sn, Be). Керегетас-эспинский комплекс щелочных гранитов является продуктивным на Zr-Nb-TR-оруденение альбитит-грейзенового и пегматитового типов. Буранский комплекс монзонит-сиенит-щелочногранитовой серии характеризуется Zr-Ti(TR) геохимической специализацией.

Наиболее продуктивными на редкометалльное оруденение являются крупные мезоабиссальные граниты «батолитового» типа, обладающие высоким энергетическим потенциалом и имеющие значительные материальные ресурсы. Повышенная концентрация рудоносных полей приурочена к надкорневым утолщениям гранитных массивов (магмоводам) глубиной до 8-12 км (Г. П. Нахтигаль, 1977).

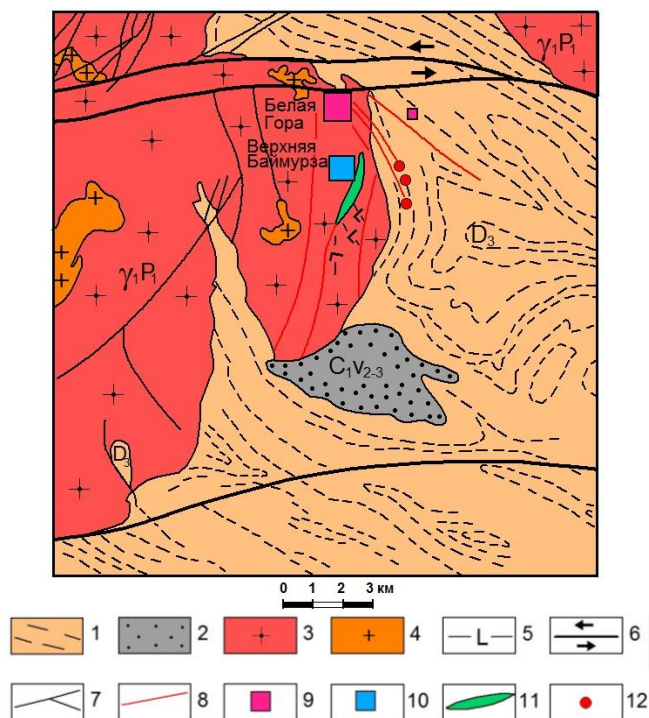
Основные рудоносные граниты и редкометалльно-пегматитовые месторождения сосредоточены в Центрально-Калбинском тектоническом блоке, придвинутом на Иртышскую зону смятия примерно на 15-20 км по системе северо-восточных разломов (рис. 1). Становление гранитоидов здесь происходило в неспокойных тектонических условиях, сопровождалось метасоматическими процессами и формированием пегматитовых полей (Огневско-Бакенное, Асубулакское, Белогорско-Баймурзинское и др.). При этом в размещении указанных редкометалльных полей рудоконтролирующее значение придается регматической системе подновленных разломов широтного направления (Киинско-Гремячинский, Плачгоринский, Белогорский, Миролюбовский и др.) с локализацией рудных тел в их оперяющих структурах.



Геологические формации: 1 – амфиболито-гнейсовая формация (PR?); 2 – известкисто-алевролитопесчаниковая, «зеленосланцевая» (D₁); 3 – углеродисто-известкисто-терригенная (D₂); 4 – углеродистая песчаниково-алевролитовая (D₃); 5 – алевролитопесчаниковая толща (C₁); 6 – молассовая прибрежно-морская (C₂); 7 – континентальная разнообломочная сероцветная (Q); 8 – габбро-диабазовая (C₁); 9 – мигматит-гнейсогранитовая (C₁); 10 – плагиогранит-гранодиоритовая, C₃ (а – малые интрузии, б – дайки); 11 – 12 – гранитовая, P₁ (11 – первая и 12 – вторая фазы калбинского комплекса); 13 – лейкогранитовая (P₁); 14 – габбро-диабаз-гранит-порфировая (P₂-T₁); 15 – корневые утолщения массивов и направление движения магматических расплавов; 16 – оси синклинальных структур; 17 – структурные линии; 18 – 22 – глубинные разломы (18 – 19 – долготно-широтные, 20 – 22 – продольно-поперечные); 23 – мелкие разрывные нарушения; 24 – Калба-Карымский надвиг; 25 – 30 – рудоносные площади и участки проявления редкометалльного оруденения (25 – редкометалльно-пегматитовое, 26 – олово-вольфрамовое грейзеново-кварцевожильное и 27 – кварцево-жильное, 28 – вольфрамовое грейзеново-кварцевожильное и 29 – кварцево-жильное, 30 – оловянное кварцево-жильное; 31 – олово-вольфрамовое, наложенное на дайки кунушского комплекса; 32 – направление движения рудоносных флюидопотоков. Названия разломов: I – Чебундинский, II – Кумкольский, III – Курчумский, IV – Киинско-Гремячинский, V – Жельдыарыкский, VI – Миролюбовский, VII – Калба-Нарымский, VIII – Теректинский, IX – Западно-Калбинский, X – Кандыгатайский, XI – Бугазский. Массивы: 1 – Сибинский, 2 – Чебундинский, 3 – Каиндинский, 4 – Миролюбовский, 5 – Нарымский.

Рис.1. Схема размещения гранитоидных массивов и рудоносных площадей Центральной Калбы

На Белогорском рудном поле пегматитовые месторождения Белая Гора и Верхняя Баймурза локализованы в меридиональных разломах, оперяющих широтный сбросо-сдвиг (рис. 2). Подобная рудоконтролирующая роль широтных разломов проявлена на золоторудных полях Западно-Калбинской зоны (Кызыловский на Бакырчикском рудном поле) и рудных регионах Рудного Алтая, что является общей закономерностью для Восточного Казахстана.



1 – тонкослоисто песчаниково-алевролитовая аспидная формация (такырская свита, D_3); 2 – флишевая углеродисто-известкисто-терригенная формация (бурабайская свита, C_1V_{2-3}); 3 – средне-крупнозернистые порфировидные биотитовые граниты I фазы и 4 – среднеравнозернистые биотитовые граниты II фазы калбинского комплекса P_1 ; 5 – олигоклаз-микроклиновые пегматиты (безрудные); 6 – Белогорский сбросо-сдвиг; 7 – мелкие оперяющие разрывные нарушения; 8 – оперяющие рудо-локализирующие разломы; 9 – месторождения редкометалльных пегматитов микроклин-альбитового и 10 – альбит-сподуменового состава; 11 – основная пегматитовая жила месторождения Верхняя Баймурза; 12 – кварц-касситеритовые рудопроявления (Калай-Топкан).

Рис. 2. Схема геологического строения Белогорского рудного поля

Пегматитовые месторождения пространственно размещаются в среднем структурном этаже Калба-Нарымского плутона при глубине формирования рудных тел 5-6 км [10]. Геолого-структурные условия рудообразования - краевые и апикальные зоны гранитных массивов, наложенные трещинные структуры и оперяющие разломы, в которых локализовались пегматитовые жилы плитообразной и линзообразной формы (длиной до 1 км при средней мощности 1-5 м, в раздувах до 10-20 м). В пределах рудных полей приравляется жильно-корневая морфоструктура месторождений с распределением пегматитовых тел в виде отдельных пучков или свит (по Е. П. Пушко) и концепцией редкометалльного оруденения в стволовых альбит-сподуменовых жилах висячего бока.

Пегматитовый процесс имел сложное развитие и отличался ритмично-пульсационной стадийностью, интенсивными процессами замещения (микроклинизация, альбитизация, грейзенизация, турмалинизация, окварцевание и др.). Формирование пегматитов происходило в широком интервале температур - 700-650° до 250-200°C, что фиксируется современными термометрическими методами. Состав пегматитообразующих растворов, на основании изучения водных вытяжек из включений в кварце пегматитовых жил (по В.А. Кормушину и З.М. Липовой), был щелочно-гидрокарбонатным (с F, Cl, F, SO_4 ; pH=6,8-7,5), с высокой плотностью пегматитообразующего вещества. По результатам газового анализа во включениях кварца из пегматитов месторождения Ново-Сарыозек обнаружены (в объемных %): CO_2 (66,68), CH_4 (19,60), C_2H_4 (0,36), N_2 (13,36) при общем содержании газов 22,75 см³/кг (В.А. Кормушин, 1981 г.). По экспериментальным данным в редкометалльных пегмати-

тах Ц. Забайкалья редкие литофильные элементы (Ta, Nb, Be, Li, Cs, F, B и др.) могли накапливаться в водно-силикатной жидкости и водном флюиде (С. З. Смирнов, 2015). Как видно, пегматитообразование связано с остаточными внутрикамерными магматическими расплавами, насыщенными SiO_2 , водой и рудоносными флюидами преимущественно анхизвтектического состава с последующей концентрацией рудного вещества в благоприятных структурно-геологических условиях (понижение РТ-характеристик, структурно-литологические экраны и ловушки, геохимические барьеры и др.).

Минералого-геохимическое критерии. В изучение минералогического состава пегматитов Калбы большой вклад внесли А. И. Гинзбург, В. Д. Никитин, С.Г. Шавло, Н. А. Солодов, В. И. Кузнецов, Ю. А. Садовский, В. А. Филиппов и др. По вещественному составу и структурным особенностям пегматиты характеризуются большим разнообразием и содержат более 80 минералов. Основные породообразующие минералы (%): альбит (60), кварц (18), микроклин (7) и мусковит (11); второстепенные - апатит, турмалин, жильбертит, флюорит, кальцит и др. На ряде рудных полей и месторождений проявлен уникальный комплекс минералов нескольких генераций (альбит, клевеландит, лепидолит, поллуцит, сподумен, петалит, амблигонит, полихромные турмалины, берилл, танталит-колумбит, касситерит и др.). Главные рудные минералы - танталит-колумбит, касситерит, сподумен и берилл [3].

Новые исследования вещественного состава пегматитов авторами проводились с использованием электронной микроскопии с целью изучения типоморфных минералов и геохимических элементов – индикаторов редкометалльного пегматитообразования. На ряде типовых месторождений (Бакенное, Юбилейное, Медведка, Точка и др.) производился отбор образцов и проб из вмещающих пород, метасоматических образований и пегматитовых жил. Аналитические исследования выполнялись в основном в лаборатории «ИРГЕТАС» ВКГТУ им. Д. Серикбаева на масс-спектрометре ICP-MS с индуктивно связанной плазмой, определяющим 73 элемента с высокой чувствительностью, а также на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390 LV. Для определения состава рудных минералов применялся рентгено-структурный спектрометр CPB-1M. Кроме того, Изотопные исследования выполнялись в Аналитическом центре Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск).

В эволюционном ряду гранитоиды калбинского комплекса относятся к нормальной ветви дифференциации и занимают промежуточное положение между гранодиоритами и гранитами (рис. 3).

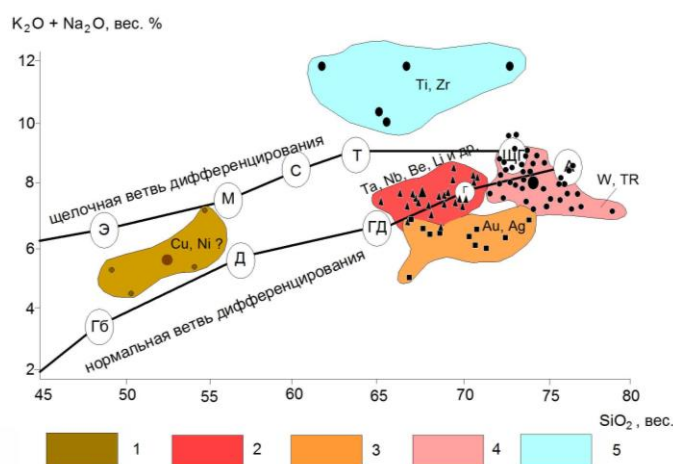


Рис. 3. Диаграмма щелочности и кремнекислотности гранитоидов Калбы.

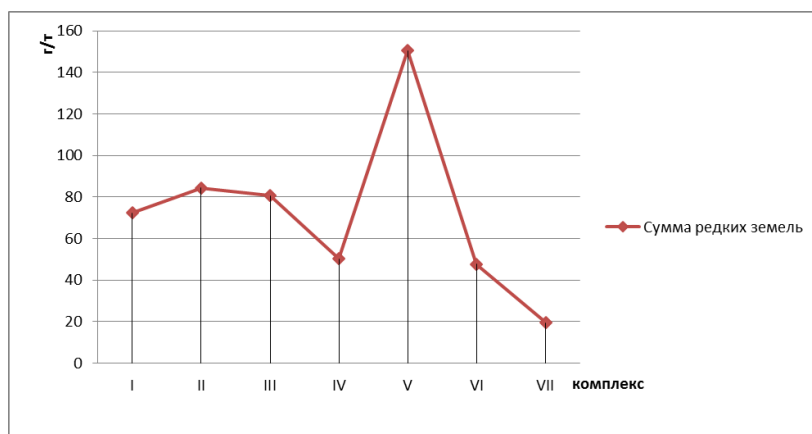
Интрузивные комплексы:

- 1 – карабрюкский габбро-диоритовый (C_{2-3}),
- 2 – кунушский гранодиорит-плагиигранитовый (C_3),
- 3 – калбинский гранитовый (P_1),
- 4 – монастырский лейкогранитовый (P_2),
- 5 – буранский монзонит-сиенит-щелочногранитовый (P_2).

Типовые породы по Р. Дэли:

А – аляскит, Г – гранит, ГД – гранодиорит, Д – гранодиорит, Гб – габбро, М – монзонит, С – сиенит, Т – Трахит, ШГ – щелочной гранит, Э – эссексит.

По результатам масс-спектрометрии содержания суммы редких щелочей в гранитоидах невысокие (48-150 г/т) с преобладанием легкой группы элементов над тяжелой (соотношение 7:1), рис. 4. Некоторое повышение РЗЭ выявлено в лейкогранитах монастырского комплекса за счет акцессорного монацита, а минимальное значение отмечается в кварцевых альбитофирах (онгонитах) миролюбовского комплекса.



I-VII – интрузивные комплексы: I – кунушский гранодиорит-плагиогранитовый, P₁; II – IV калбинский P₁ (II – порфириовидные биотитовые граниты первой фазы, III – биотитовые и IV – мусковитизированные граниты второй фазы); V – монастырский лейкогранитовый P₂; VI – керегетас-эспинский щелочно-гранитовый P₂; VII – миролюбовский дайковый P₂-T₁

Рис. 4. График распределения редких земель в гранитоидах Калбы и Жарма-Саура

В гранитах I фазы сумма редкоземельных элементов составляет 80,74 г/т. Установлена обогащенность этих гранитов Nb, Sn и редкими щелочами, особенно Li (соотношение Cs:Rb:Li=1:1,6:10), (табл.1, рис. 5).

Таблица 1. Содержание редких элементов в гранитах I фазы калбинского комплекса (г/т)

№ Пробы	Ta	Nb	Be	Li	Rb	Cs	Sn	W	Mo
0-21 (1)	1,49	34,40	3,94	294,50	166,6	18,92	10,35	0,80	0,83
0-21 (2)	1,75	14,84	2,29	289,60	150,1	21,98	11,91	0,46	0,43
0-21 (3)	1,20	11,63	1,66	256,00	145,1	19,24	20,55	0,63	0,75
0-21 (4)	0,89	12,74	3,31	107,50	164,4	40,87	18,74	0,66	0,53
0-21 (5)	0,95	12,76	1,91	295,00	158,2	18,16	11,53	1,04	1,30
Среднее значение	1,26	17,27	2,62	248,52	156,88	23,83	14,62	0,72	0,77

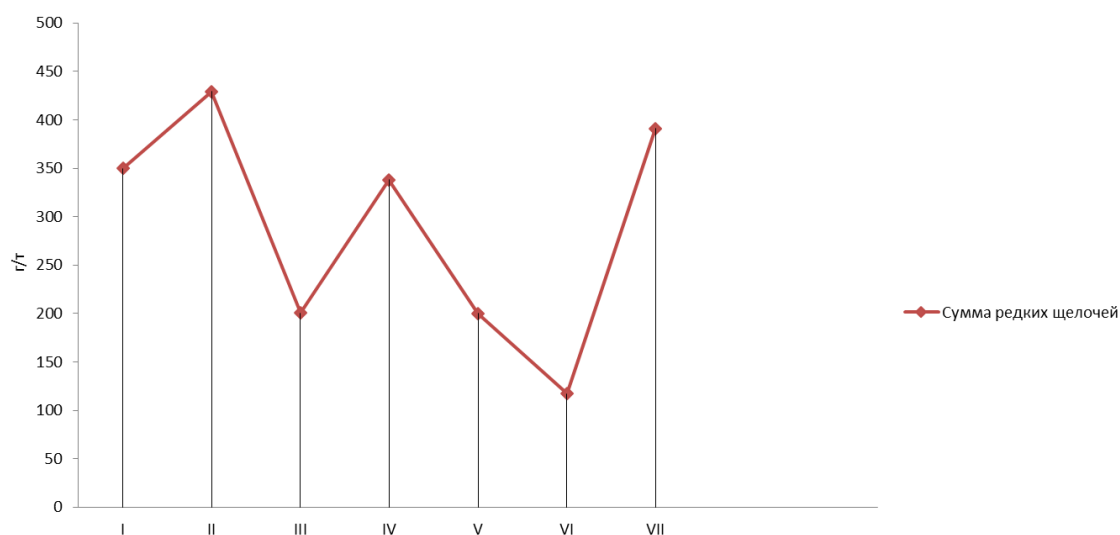


Рис. 5. График распределения суммы редких щелочей (Li+Rb+Cs) в гранитоидах Калбы и Жарма-Саура. Условные обозначения на рис...

В гранитах II фазы повышенная литиенность проявляется в их мусковитизированных разностях, которые по петрогеохимическим признакам в большей степени сопоставляются с литий-фтористыми гранитами по В. И. Коваленко [6]. Аномальное содержание редких щелочей в кварцевых альбитофирах (наряду с Sn, Ta), очевидно, связывается с обогащенностью остаточных магматических расплавов редкими элементами. Поэтому онгонитоподобные дайки миролюбовского комплекса нами рассматриваются в качестве индикаторов скрытого редкометалльного оруденения (объекты Ново-Ахмировский, Караузек, Ржавая Сопка и др.).

Рассчитанные коэффициенты отражают относительно равномерное распределение Rb и Li и резкое повышение Rb/Cs отношения в более поздних гранитоидах в связи с возрастанием их калиевой щелочности (рис. 6). Во всех типах гранитоидов отмечается повышенная оловоносность относительно Ta и W, а распределение ниобия и тантала неравномерное при близком их соотношении в гранитах I фазы (1:1).

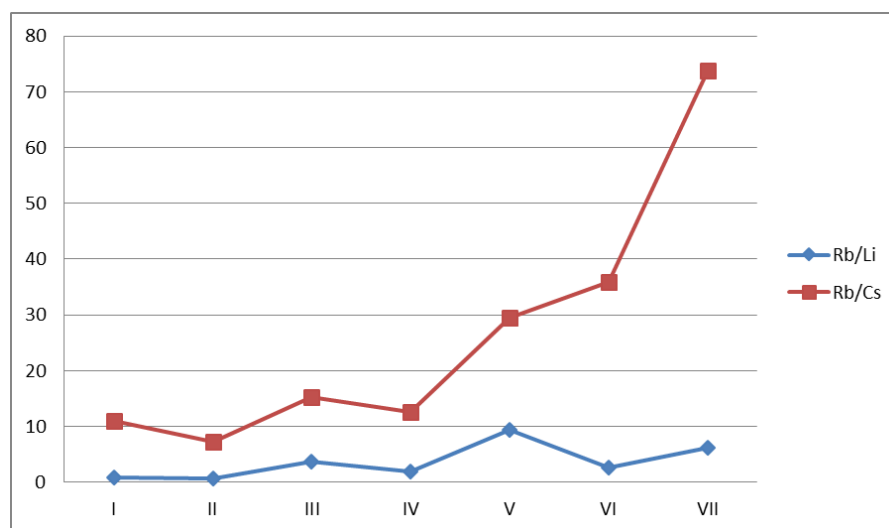


Рис. 6. График распределения коэффициентов щелочных элементов гранитоидов Калбы и Жарма-Саура. Условные обозначения на рис. 4.

Исследования показывают, что исходные гранитные расплавы по преобладающему содержанию редких земель легкой группы и обогащенности литофильными редкими элементами имели коровое происхождение. Этим они отличаются от гранитоидов Восточно-Саянской зоны мантийно-корового происхождения, обогащенных тяжелыми редкими землями [11]. В то же время нами установлено, что рудовмещающие граниты Калбы, кроме редких элементов, имеют повышенные содержания Zn, Pb, Cu и значимые величины As, Sb, Ag, Au, Pt, Bi и других элементов, отражающих смешанные источники рудного вещества, связанного, вероятно, с флюидными потоками из разноуровневых очагов магматизма. Это нашло отражение в образовании в пегматитах, кроме лепидолита, сподумена, танталит-колумбита, берилла и касситерита, сопутствующих минералах (пирит, галенит, арсенопирит, антимонит, золото и др.).

Минералогические поисковые критерии определяются степенью интенсивности метасоматических процессов в пегматитовых жилах (микроклинизация, альбитизация, грейзенизация и др.) и выявлением типоморфных минералов (микроклин, альбит, клевеландит, мусковит, лепидолит, турмалин, сподумен и др.). Проведенными исследованиями установлено, что ведущими минералами-индикаторами редкометалльного рудообразования являются слюды разного состава и окраски, характеризующиеся повышенными содержаниями Li, F и редких элементов. Так, для кварц-микроклин-альбититовых пегматитов Юбилейного месторождения типичны пластинчатые прозрачные мусковиты повышенной фтористости ($F > 1,5\%$), обогащенные Ta, Nb, Be, Sn и редкими щелочами (табл. 2).

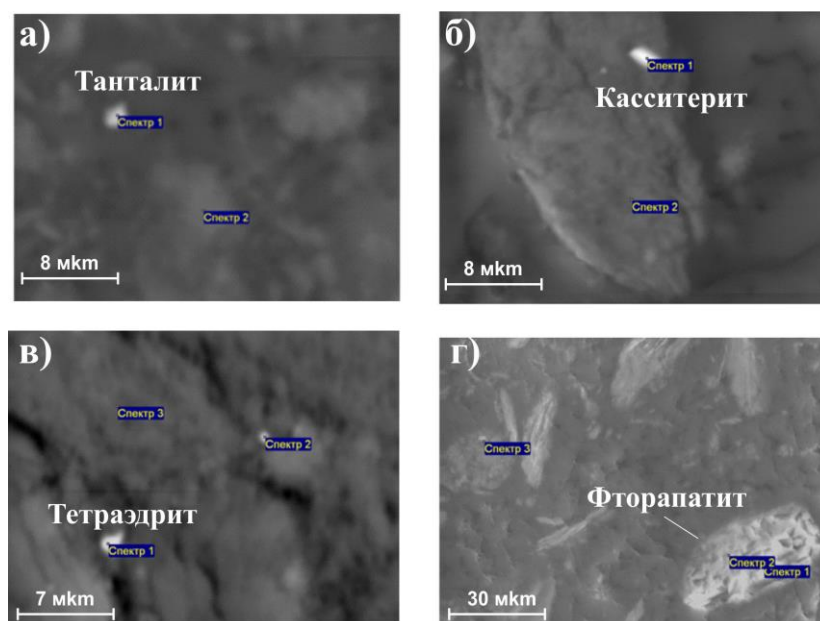
Таблица 2. Содержание элементов в мусковитах из редкометалльных пегматитов Юбилейного месторождения (г/т)

№ п/п	№ Пробы	Ta	Nb	Be	Li	Rb	Cs	Sn	W	Mo
1	5953-6	27,78	199	56	6545	4869	894	502,2	4,35	0,06
2	4953	28,47	267	70,64	3996	4787	513,2	567,6	4,44	0,13
3	4980-6	23,98	218,8	38,28	5465	4849	639,4	557,8	6,59	0,86
4	4987-г	31,44	330,2	33,24	2190	4016	261,5	574,7	8,91	0,84
5	4994-г	39	214,7	29,28	9478	5837	1023	491,2	4,51	0,62
6	2234-1	121,14	147,37	23,14	4564	4114	547,6	323,4	21,69	6,98
7	2235-3	63,47	156,81	20,73	3299	3226	448,6	348,2	15,62	8,53
8	4215-а	153,1	185,1	22,14	413,9	1144,9	218,8	230,6	18,34	6,58
9	2212-1	121,6	301,1	28,17	2844	3872	400	403,9	10,27	6,07
10	2212-3	1795	406,1	32,6	2408	4064	600	721,5	7,91	4,41
11	4973-г	67,39	692	35,89	1010	1555	99,75	216,44	25,92	7,8

Примечание. Результаты масс-спектрометрического анализа (ICP-MS).

Аналитик С.Н. Полежаев

Чешуйчатые мусковиты зеленой окраски, с более высокими содержаниями Ta (до 233 г/т) и Nb (до 380 г/т), характерны для кварц-альбит-мусковитового (грейзенового) комплекса. Для кварц-клевеландит-сподуменового (цветного) комплекса крупночешуйчатые лепидолиты, отражающие богатые комплексные руды (Ta, Nb, Li, Cs, Sn), обогащены Li (до 16240) и Rb (до 1718 г/т). Скрытокристаллические разности мусковита (жильбертит) рудопроявления Кармен-Куус характеризуются аномальными значениями Cs (3328) при содержании Li (3835) и Rb (5210 г/т). На РЭМ-изображении в мусковитах зафиксированы микровключения танталита, касситерита, фторапатита и других минералов (рис. 7).



а – тонкодисперсные включения танталита и б – касситерита, месторождение Медведка; в - микровключения тетраэдрита и г – фторапатита, месторождение Бакенное. Аналитик А. В. Русакова

Рис. 7. Микровключения минералов в мусковитах пегматитовых месторождений

Оценка перспектив

Пегматитовые месторождения Калбы по типу редкометалльной минерализации сопоставляется со сподумен-микроклин-альбитовыми пегматитовыми месторождениями зарубежных стран. Это месторождения Бикита в Зимбабве, Берник Лейк в Канаде, Коктогай в КНР и многие другие [8, 14-16]. От указанных мировых аналогов, сформированных в породах повышенной основности (амфиболиты, слюдистые сланцы, измененные габброиды и др.), калбинские месторождения отличаются локализацией рудных жил в эндо- и экзоконтактах пермских гранитных массивов, прорывающих близкие по химическому составу сланцы такырской свиты, и этим, вероятно, объясняется их значительно меньшая масштабность запасов. Следует также учесть, что на современном эрозионном срезе наиболее рудоносная гребневидная часть Калба-Нарымского плутона оказалась эродированной. Сохранившиеся месторождения в эндоконтактах массивов (Бакенное, Белая Гора, Юбилейное и др.) представляют лишь ничтожную часть прежних рудных зон. Образовавшаяся при экзогенных процессах большая масса материала вместе с рудными минералами (танталитом, касситеритом и др.) была, очевидно, снесена в крупные впадины и прогибы. Кроме того, по представлениям А. В. Ткачева о циклическом развитии редкометалльной металлогении к герцинскому циклу наметилась общая мировая тенденция снижения продуктивности пегматитовых месторождений [17]. Поэтому сейчас главная задача заключается в прогнозировании и поиске новых скрытых и погребенных месторождений на закрытых резервных территориях, оценке нетрадиционных «внепегматитовых» типов редкометалльного оруденения и доразведке известных рудных полей и месторождений на современном научно-технологическом уровне [5].

С этих позиций наметились перспективные направления геологоразведочных работ.

1. глубинное геологическое и минералогическое картирование площади (Шульбинский район, Северное Призайсанье и др.); 2. доразведка флангов и глубоких горизонтов известных рудных полей и месторождений (Бакенное, Жатысары, Юбилейное, Красный Кордон и др.); 3. оценка типа литий-олово-танталового оруденения в альбитизированных и грейзенизированных гранитах (Карасу, Ново-Ахмировское, Апогранитное, и др.); 4. доизучение контактово-метасоматического типа оруденения (Ta, Nb, Sn, W), наложенного на малые интрузии и дайки кунушского комплекса (типы Медведка, Точка, Чердож, Кара-Аяк и др.); 5. поисковые работы в Жарма-Сауре на участках Ийсор и Биесимас с целью оценки перспектив на Zr-Nb-редкоземельное оруденение (тип Верхнее Эспе).

Таким образом, в Восточном Казахстане еще сохраняются достаточно высокие перспективы на обнаружение новых месторождений редких металлов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Большой Алтай - уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии: Материалы межд. Конф. Усть-Каменогорск, 2010. - 254с.
- [2] Дьячков Б.А., Титов Д.В., Сапаргалиев Е.М. Рудные пояса Большого Алтая и оценка их перспектив // Геология рудных месторождений, 2009, том 51, №3. С 222-238.
- [3] Дьячков Б. А. Генетические типы редкометалльных месторождений Калба-Нарымского пояса. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2012. – 130 с.
- [4] Загорский В.Е., Макагон В.М., Шмакин Б.М. и др. Редкометалльные пегматиты // - Новосибирск: Наука. Сиб. Предприятие РАН, 1997. - (Гранитные пегматиты; Т.2). - 285 с.
- [5] Лопатников В.В., Изох Э.П., Ермолов П.В. и др. Магматизм и рудоносность Калба-Нарымской зоны Восточного Казахстана. М., 1982. - 248 с.
- [6] Инновации и перспективные технологии геологоразведочных работ в Восточном Казахстане // Матер. междунар. научно-практ. конференции. Алматы, 2017. - 254 с.
- [7] Коваленко В.И. Геология и геохимия редкометалльных гранитов. Новосибирск: Наука, 1977. – 208 с.
- [8] Минерально-сырьевые ресурсы тантала, ниобия, бериллия, циркония и фтора: геология, экономика, технология // Сб. докладов. Усть-Каменогорск, 2003. - 416 с.
- [9] Смирнов С. З. Флюидный режим магматического этапа развития редкометалльных гранитно-пегматитовых систем: петрологические следствия // Автореферат диссерт. докт. геол.-мин. наук. – Новосибирск, 2015. – 37 с.
- [10] Щерба Г. Н., Лопатников В. В., Сериков П. В., Дьячков Б. А., Щук Г. М., Морфология и строение Калба-Нарымского плутона // Изв. АН СССР, Сер. Геол. 1971. №3. С. 57-65.
- [11] Ярмолюк В. В., Лыхин Д. А., Козловский А. М., Никифоров А. В., Травин А. В. Состав, источники и Механизмы формирования редкометалльных гранитоидов познепалеозойской Восточно-Саянской зоны щелочного магматизма (на примере Улан-Тологай)- Петрология, 2016. Т.24 №5.

- [12] Annikova Yu., Vladimirov A. G., Smirnov S. Z., Gavryshkina O. A. Geology and mineralogy of the Alakha spodumene granite porphyry deposit, Gorny Altai, Russia // *Geology of ore deposits*. 2016. Vol. 58, № 5. P. 404-426.
- [13] Dyachkov B. A., Zimanovskaya N. A., Mataibayeva I. E. Rare metal deposits of East Kazakhstan: Geologic Position and Prognostic Criteria // *Open Journal of Geology*, 2013, №3, pp. 404-409.
- [14] Zagorsky V. Ye., Vladimirov A. G., Makagon V. M., Kuznetsova L. G., Smirnov S. Z., Dyachkov B. A., Annikova I. Yu., Shokalsky S. P., Uvarov A. N. Large fields of spodumenepegmatites in the settings of rifting and post-collisional shear-pull-apart dislocation of continental lithosphere // *Russian Geology and Geophysics* 55 (2014), pp. 237-251.
- [15] Zou Tianren, Cao Huizhf Wu Boging. Pegmatites of Altai province, Xinjiang // *Acta Geol. Sinica*.-1989. Vo. 2. № 1.-P.45.
- [16] Morgan G.B., London D. Alteration of amfibolitic wallrocks around the Tanco rare-element pegmatite, Befnic Lake, Manitova // *Amer. Mineral*.-1987. Vol. 72. H. 1097-1121.
- [17] Tkachev A. Evolution of metallogeny of granitic pegmatite associated with orogens throughout geological time // *Geological Society London Special Pubhcation*.-2011.-Vol.350, № 1.-P.7-23.

Дьячков Б. А., Ойцева Т. А., Матайбаева И. Е., Кузьмина О. Н., Айтбаева С. С.

Шығыс Қазақстан сирек металды кенденудің болашағын бағалау және геология-құрылымдық пен петрогеохимиялық болжау критерийлері

Түйіндеме. Үлкен Алтайдың құрылымында коллизиядан кейінгі (орогенді) геодинамикалық жағдайларда қалыптасқан, перьм жасты граниттік белдемдердің кенденуі және геотектоникалық позициясы қарастырылады. Қалба-Нарым аймағының сирек металды пегматиттік кенорындарды іздеу және жетекші геология-құрылымдық, петрологиялық, минералогия-геохимиялық болжау критерийлері белгіленуде. Белгілі және жаңа дәстүрлі емес сирек металды кенденудің болашақ бағалауы келтіріледі.

Ключевые слова: сирек металдар, пегматиттер, болжау критерийлері, болашақты бағалау, Шығыс Қазақстан.

Dyachkov B. A., Oitseva T. A., Mataibaeva I. E., Kuzmina O. N., Aitbaeva S. S.

Geological-structural and petrogeochemical criteria for forecasting and assessing prospects for rare metal mineralization in East Kazakhstan

Summary. The geotectonic position and ore content of granitoid belts of Permian age, formed in the post-collision (orogenic) geodynamic situation in the structure of the Greater Altai are considered. The leading geological-structural, petrological and mineralogical-geochemical criteria for forecasting and searching for rare-metal pegmatite deposits of Kalba-Narym zone are noted. The prospects of known and new non-traditional types of rare metal ore mineralization are estimated.

Key words: rare metals, pegmatites, forecast criteria, assessment of prospects, East Kazakhstan.

УДК 004.725.5

Г.М. Байкенова, С.Е. Ибекеев

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
gulbaikenova@mail.ru)

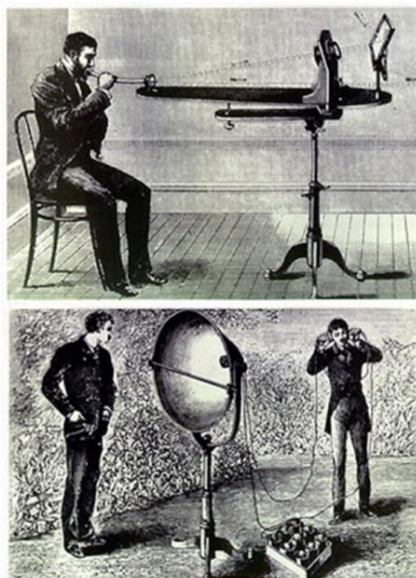
КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ АРҚЫЛЫ СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС

Андатпа. Li-Fi (light fidelity) – Wi-Fi жағдайында қолданылатын радиотолқындардың орнына жарық диодтары жарығының көмегімен жоғары жылдамдықты, екіжақты байланысты қамтамасыз ететін, көрінетін жарық арқылы (акпаратты сымсыз таратудың оптикалық технологиясы) жүзеге асырылатын жаңа сымсыз байланыс түрі. Мақалада жаңа технологияның ерекшеліктері, пайда болу тарихы және болашақтағы дамуы қарастырылады

Түйін сөздер: VLC-технология, көрінетін жарық арқылы байланыс, Li-Fi технология, светодиодтар.

Қазіргі уақытта деректерді сымсыз беру үлкен қызығушылық тудыруда. Жергілікті сымсыз байланыс үшін (WLAN) деректерді беру жылдамдығы теориялық мүмкіндігі бойынша 200 Мбит/с (стандарт 802.11) бастап 600 Мбит/с дейін өзгереді және ол шегі емес. Жақында WLAN үшін деректерді арақашықтыққа сымсыз берудің тағы бір мүмкіндігі пайда болды. Ол екі түрлі қызмет атқарады: жарықтандыру және деректерді беру. Бұл технология Жарық түріндегі байланыс деп аталады (VLC, англ. Visible Light Communication).

1880 жылы Александр Грэхем Белл «фотофон» - телефонның жарықтық аналогын ойлап тапты (1 сурет).



1 сурет – Фотофон

Ол модуляцияланған жарық ағынының арқылы берілетін болды. Бұл дыбыс түтік мембранасын дірілдетуге жасалған және өз кезегінде ол жарық ағынын модуляциялайды. Соңында жарық тура сондай аппараттың көмегімен қайтадан дыбысқа демодуляцияланады. Екі жарық телефонының «қарым-қатынаста» болатын ең үлкен қашықтығы 200 м-ден сәл артық. Алайда, бұл идея ауа райы жағдайларына және көріну сияқты тым теріс трансмиссия сапасына әсер етті, практикалық қолдану тапқан жоқ.

Жарықты пайдаланып ақпараттық беру саласындағы ғылыми-зерттеулер ешқашан үзілген жоқ.

Өткен ғасырдың 90-шы жылдары Исама Акасаки, Хироши Аmano мен Накамура Суджи арзан көк жарық диодын ойлап тауып, ал жапондық ғалымдар, шын мәнінде, электроника және сабақтас салалардың әр түрлі салаларының жаңа дәуірін ашты. Қызыл және жасыл жарық диодын ұштастыра осылайша жарық диодының жарықтандырғышы бар шамдарды және әлдеқайда арзан экрандарын өндіруге мүмкіндік беретін, жоғары энергия тиімділігін ақ жарық алуға болатын еді.

Адам көзімен қабылданатын электромагниттік сәулелену - бұл сондай-ақ физикалық оптика аясында белгілі. Белгілі бір энергия, импульс моментінің және (бұрын талқыланды немесе, нөлдік қалғандары массасы) өз нөлдік массасы бөлшектер - вакуумда немесе фотонды ағыны ретінде тұрақты электромагниттік толқындардың таралу жылдамдығы ретінде қарастырыла алады.

Тікелей ағымдағы LED-шам (LED) қолданылатын кезде, ол көрінетін жарық фотондар ағынын тұрақты шығарады. Токты арттырып немесе азайтқан кезде жарықтықта өзгереді. LED-шамдар жарық өткізгіш аспаптар болғандықтан ағымдағы оптикалық шығу өте жоғары жылдамдықпен модуляцияланған болады. Ол фотоэлемент болып қабылданады және оны қайтадан электр тогына айналдыруға болады. Модуляциялық жарықтық адам көзіне байқалмайды және радио сияқты ыңғайлы болып келеді. Осы техниканы пайдаланған кезде, жарық диод шамы жоғары жылдамдықпен ақпаратты беруге қабілетті болып табылады. [1]

Бұл жарық диодының жұмыс сипатын Эдинбург университетінің 46 жастағы неміс физигі және профессоры Харальд Хаас пайдалануға шешім қабылдады. Ол 2007 жылы өз эксперименттерін бастады. Шын мәнінде, Хаас Белла тәжірибесін жаңа деңгейге әкеліп, дыбыс емес ақпаратты беруге шешім қабылдады. Хаас бұл технологияны Li-Fi терминімен атады және ол деректерді жарық көмегімен беру жолы, ол тура Wi-Fi сияқты жоғары жылдамдықты екі бағытты ұялы байланыспен қамтамасыз етеді. Оны радио жиіліктерде жұмыс істеп тұрған желілерін түсіру үшін және олардың әлеуетін арттыру үшін де пайдалануға болады. Басқаша айтқанда, Li-Fi - атмосфералық оптикалық байланыс - ФСО (бос орын оптикалық) бастап VLC-технологиялары тамаша байланыс болып табылады. FSO ультракүлгін және инфрақызыл толқындар жұмыс істейтін болса, Li-Fi көрінетін жарық ауқымында шектеледі.

Li - Fi жаңа технологиясы тұңғыш рет Харальдом Хааспен TED Talk дәрісінде 2011 жылы таныстырылды. Кейінірек бұл технологияны пайдаланып, Лас-Вегаста CES 2012 көрмесінде Casio қарқындылығы әртүрлі жарық шығаратын экрандарды қолдану арқылы деректерді алмасу үшін пайдаланылатын бірнеше смартфондар көрсетілді.

«Бұл технологияның негізінде жарқын жарықдиодтың келесі ұрпағы жатыр», - деп Харальд Хаас атап өтті [2]. «Ол өте қарапайым -жарық диод қосулы болса сіз бірлік өткізесіз, ал өшік кезде - нөлге тең болады. Жарық диодын өшіру және қосу өте тез, ол өз кезегінде деодтерді тамаша жылдамдықпен өткізу мүмкіндігін береді. Li-Fi 400-ден 800-ге (- 375 нм 780) ТГц көрінетін жарық спектрінің жарық импульсін екілік деректер түрінде беруге пайдаланады. Li-Fi-роутер профессордың бірінші прототипы күн батареяларынан қуат алады. Шын мәнінде біз толығымен автономды энергия тұтыну тұрғысы болып табылатын, қорғалған тұрақты интернет байланыс көзін аламыз. Деректерді беру үшін роутер сымдар немесе радио толқындарын пайдаланбайды, оның орнына жарықдиодты білінер-білінбес жылтындар арқылы деректерді аударады. Бұл технологияның бәрінен бұрын артықшылығы энергия тұтынуы төмен, өйткені кәдімгі маршрутизаторлар тиімділігі 5% -дан аспайды, себебі энергияның көп бөлігі жылуға айналып кетеді.

Деректердің табысты берілісі үшін арнаның(OFDM) цифрлық модуляция әдісі пайдаланылады, ол ортогоналды арналарды жиіліктік бөлу деп аталады.

Li-Fi үшін сіз келесі аппараттық жабдықтау қажет: жарық диодты жарық жүйесі; жарықтандыру жүйесімен бірге орнатылады маршрутизатор; жеңіл декодтау сигнал үшін декодер жабдықталған қабылдағыш.

Егер біз жабық сымсыз байланыс оптикалық сәулелену және радио толқындарын салыстырсақ, онда бірінші бірнеше маңызды артықшылықтары табуға болады. Оптикалық сәуле және детекторлар төмен бағада жоғары жылдамдықпен жұмыс жасайды. Оптикалық диапазонда жүзінде шексіз өткізу қабілетін ұсынады. Ол адам денсаулығына электромагниттік өріс түрінде зиян келтірмейді. Радио толқындардың интерференциясына қарағанда, сымсыз байланыс кезінде шумен ешқандай мәселе туындамайды. Сондықтан, көрінетін жарық деректер беру ауруханалар мен әуежайларда пайдалануға болады. Инфрақызыл және көрінетін жарық толқындар толқын ұзындығы ұқсас, сондықтан диаграмма олардың қасиеттері мен сипаттамаларынан ұқсастық көруге болады (1-кесте).

1-кесте. Сымсыз байланыс жүйесінде радио, инфрақызыл және көрінетін жарықты салыстыру

Сапа	Радио	Инфрақызыл	Көрінетін жарық
Өткізу жолағының басқарылуы	Ия	Жоқ	Жоқ
Электр ауысымын шектеуі	Радио туралы Заң	Қауіпсіздік көзіне байланысты	Жарықтандыру, жарық
Таралу қуаты	Төмен	Жоғары	Өте жоғары
Қабырғалар арқылы жүру қабілеті	Ия	Жоқ	Жоқ
Қауіпсіздігі	Төмен	Жоғары	Өте жоғары
Негізгі көзі	Басқа қолданушылар	Өң жарығы	Өң жарығы
Жобалау күрделілігі	Күрделі	Қарапайым	Қарапайым

VLC технологиясын біздің өміріміздің түрлі жерлерінде пайдалану мүмкіндігі бар.

Визуалды дабыл және коммуникация. Жарық сигнал шамдары кеңінен әскери, автомобиль және өзге де салаларда қолданылады. Бұл жағдайда түс байқаушыны ескертеді, мысалы, «қызыл қауіп білдіреді.». Бұл сигналдарға деректерді беру әдісін қосып, эффектті көбейтуге болады. VLC –ты мұндай пайдалану, айтарлықтай қозғалыс қауіпсіздігін және басқа да аспектілерді жақсартуға болады. Жарық диодтарының сенімділігінің арқасында, олар кеңінен автомобильдерге қолданылады. Ақ шамдарды ғылыми зерттеулер кезінде деректерді бағдаршамнан машинаға беру, машинадан машинаға беру арқылы қолданды.

Ақпараттық дисплейлер және коммуникациялар. Мұндай билбордтар немесе плакаттар сияқты көрсетеді, әдетте жарық диодтарының сериясынан жасалған және ол жеке бақылаушы дисплей құрылғысынан ақпарат беру үшін пайдаланылатын - смартфон, планшет немесе ноутбук құрылғылары. Осылайша, ақпараттық дисплейлерді әуежайларда, вокзалдарда және мұражайларында пайдалануға болады.

Жарықтандыру және коммуникация. Ақ жарық диодтарын жарықтандыру үшін және байланыс үшін пайдалануға болады. Ақпарат бөлмеде немесе автомобиль шамдарын арқылы өтіп, осылайша, ол қоршаған кеңістікті жарықтандырады. Музыка таратылымы бар диодты шамдарын қалай пайдалануға болатыны туралы бірнеше мысалдар бар.

Позициялау және коммуникация. Ұялы телефон пайдаланушысының ғимаратта дәл орнын білу өте қиын. VLC қыздыру жарықтандыру бойынша пайдаланушының орналасқан жерін табуға мүмкіндік береді.

Техникалық сипаттамалары Li-Fi-дің көптеген мүмкіндіктерін ашады. Көп ұзамай Интернетке қосылу проблемасы шешу жолдары өте қарапайым болады, өйткені көше шамдары Интернетке кіру нүктесі болады. Көшелерді жарықтандыру тіректері фильмдерді көру және әндер жазу үшін пайдаланылуы мүмкін. Қаланың кез - келген жерінде, кез - келген сәтте сіз оның орналасқан жері туралы анықтамалық ақпарат ала аласыз. А жарнамалық баннерле көшедегілердің ұялы телефондарына тікелей ақпарат жібереді.

Бұл технологияның зерттеуші компаниялары ӨӨС Ltd. бірігіп, VLC-ты пайдалануға және дамытуға лицензиялық құқығы бар. Ойлап табушылар көп ұзамай Li – FI өнімдерін бұқаралық нарыққа шығаруды жоспарлап отыр. Инфрақызыл (технология IrDA) деректерді беру технологиясымен салыстырғанда, VLC технологиясы адам көзіне қауіпсіз болуы ықтимал. VLC технологиясы сезімтал электрондық жабдықтарды (ауруханаларда, кейбір зауыттар мен ұшақтарда) электромагниттік толқындарды әсерін және адамның нашар сезінуін болдырмайды. 2011 жылы International Agency for Research on Cancer (IARC – Халықаралық рак ауруын зерттеу жөніндегі агенттік) – электромагнитті өріс радиотолқындарды глиома рагын көбейту қауіпі бар канцерогендер тізіміне қосты, глиома рагы – ми рагының бір түрі. VLC радио толқын және микротолқынды жиілік заңдылығымен диапазондағы деректерді қорғау және жоғары дәрежесін пайдалануға болады, сонымен қатар VLC технологиясында көрінетін жарық пайдалануға арналған лицензияны талап етпейді.

Сондай – ақ жарықты пайдаланып беру технологиясының өз кемшіліктері бар. VLC үшін инфрақызыл сәулелері (қашықтан басқару мысалы IrDA,) арқылы деректерді беру үшін ретінде жарық көріністерінің сәулелік желісін талап етеді, өйткені электр жарығын қараңғыда пайдалану мүмкін

емес. Осы технология негізінде ұялы телефон байланысы үшін радио толқындарын пайдаланатын құрылғылар сияқты практикалық түрде пайдалануға болмайды. Қайта, бұл қалалық инфрақұрылымды немесе радио толқын орталарда өтуін алдын алуда қысқа ауқымды байланыс үшін аудандарда қолданылатын жергілікті әдісі болып табылады.

VLC зерттеулерін бүкіл әлем бойынша бірнеше университеттер, корпорациялар мен ұйымдардың жүргізген. Бұл қоғамдастық біздің күнделікті өмірде күн сайын қолдануға болады VLC өнімді жасау бойынша жұмыстар жүргізуде.

Берлинде Генрих Герц институтында Зерттеушілер қарапайым LED шамды пайдаланып, 500 Мбит / с деректерді беру жылдамдығына қол жеткізе алды. 2014 жылдың сәуір айында ресейлік компания STINS COMAN өзінің LAN Li-Fi дамуын жариялады. Бұл модульдер 1,25 Гб/с дейін жылдамдығына жетті, бірақ олар 5 Гб / с -қол жеткізуге болады деп жоққа шығармайды. Li-Fi-ды пайдаланып, жылдамдық бойынша Рекорд Мексикалық компания Sisoft тиесілі – 10 Гб/с. [3.4] Li-Fi қуаты 2012 жылдың желтоқсан айында VLC үшін IEEE 802.15.7 стандартты технологиясына сәйкес - технологиясы 96 Мбит / с диапазонында реттеледі.

ӘДЕБИЕТ

[1] Проць С. Li-Fi технология (сверхбыстрый Интернет на светодиодах): обзор, описание, устройство и перспективы. - Электронная версия на сайте <http://fb.ru/article/234892/li-fi-tehnologiya-sverhbystryiy-internet-na-svetodiodah-obzor-opisanie-ustroystvo-i-perspektivy>

[2] Harald Haas. «Harald Haas: Wireless data from every light bulb». – Электронная версия на сайте http://www.ted.com/talks/harald_haas_wireless_data_from_every_light_bulb

[3] Dr Isaac Jamieson. «Visible Light Communication (VLC/Li-Fi) Systems». – Электронная версия на сайте <http://bemri.org/visible-light-communication.html>

[4] <http://www.3dnews.ru/824162>

[5] "Агентство по инновациям и развитию", <http://www.innoros.ru/news/13/11/li-fi-novyi-rekord-skorosti-peredachi-dannykh>.

[6] H. Elgala, R. Mesleh, H. Haas and B. Pricope. «OFDM Visible Light Wireless Communication Based on White LEDs». – URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.9694&rep=rep1&type=pdf>

[7] Майская В. «Связь через осветительные приборы. Интернет на лампочке.»// Журнал Связь и телекоммуникации. Электроника: Наука, Технология, Бизнес.-2010.-№7.- Электронная версия на сайте http://www.electronics.ru/files/article_pdf/0/article_121_7.pdf

[8] Петрусь И.П., Гузенкова Е.А. Аспекты практического использования беспроводной оптической технологии передачи данных. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Выпуск 2, март - апрель 2014.

[9] Киричек Р.В., Нгуен Д.К., Герасимова Е.М. Сравнительный обзор технологии LI-FI и перспектива практического использования для интернета вещей. Информационные технологии и телекоммуникации. Электронный научный журнал. Выпуск 4(12) 2015. С. 77 – 86.

Байкенова Г.М., Ибекеев С.Е.

Беспроводная связь с помощью видимого света

Резюме. Li-Fi (Light Fidelity) – новая беспроводная связь с помощью видимого света (оптическая технология беспроводной передачи информации), которая обеспечивает высокоскоростную, двустороннюю связь при помощи света из светодиодов вместо радиоволн, как это происходит в случае с Wi-Fi. Представлены особенности новой технологии, история появления и перспективы применения.

Ключевые слова: VLC-технология, связь по видимому свету, Li-Fi технология, светодиоды.

Baikenova G.M., Ibekeev S.E.

Wireless communication using visible light

Summary: Li-Fi (Light Fidelity) - the new wireless communication using visible light (optical technology wireless data transmission), which provides high-speed, bi-directional communication using the light from LEDs instead of radio waves, as in the case of Wi-Fi. The article presents the features of the new technology, the history of the emergence and application prospects

Key words: VLC-technology, communications by visible light, Li-Fi technology, light-emitting diodes.

О.И. Ширяева, Т.И. Самигулин

(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева,
Республика Казахстан, oshiryayeva@gmail.com)

РАЗРАБОТКА SMART-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ОБЪЕКТОМ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕДУРЫ РАЗВЯЗЫВАНИЯ

Аннотация. Представлены результаты синтеза сложного объекта нефтегазовой отрасли – дистилляционной колонны, в которой протекают процессы очистки природного газа от различных примесей. В качестве метода исследования выбрана такая технология Smart-систем, как генетический алгоритм. С использованием генетического алгоритма, получены коэффициенты типовых ПИ-регуляторов изолированных подсистем сложной системы управления процессом очистки газа, обеспечивающих минимум интегрального квадратичного критерия качества.

Для решения вопроса влияния взаимосвязей на процессы подсистем использовался механизм построения развязывающей матрицы, при включении в схему которой многоконтурная система вырождается в набор независимых подсистем.

Ключевые слова: Smart-система, сложная система управления, генетический алгоритм, типовой регулятор, развязывающая матрица, дистилляционная колонна.

Введение. Интеллектуальные подходы, лежащие в основе синтеза Smart-систем, такие, как генетические алгоритмы, алгоритмы оптимизации колоний муравьев, роя частиц и нейронные сети стали высокоэффективными инструментами для решения сложных задач оптимизации. Генетическое программирование широко применяется для решения проблем и в нефтегазовой отрасли. В научной работе [1] рассматриваются теоретические особенности алгоритма генетического программирования, описание его основных компонентов, таких как инициализация популяции, оценки индивидов, генетические операторы и схемы селекции. При этом рассматривается применение генетического программирования для выполнения инженерных задач в нефтяной промышленности. В статье [2] предлагается использовать многоцелевой генетический алгоритм (NSGA-II) для оптимизации хранения диоксида углерода и повышения нефтеотдачи в нефтяных пластах. На основе рассмотрения экономических параметров, таких как цены на нефть, налог на углекислый газ и т.д. данный метод позволяет вносить поправки в сценарий управления производством. Актуально применение нечеткой логики и генетических алгоритмов для нефтяной разведки. В научной работе [3] описывается применение таких методов для оценки проницаемости пласта вокруг забоя скважины. В статье [4] рассматривается оптимальное определение реологических параметров буровых растворов с использованием генетических алгоритмов.

Интеллектуальные алгоритмы позволяют решать оптимизационные задачи для процесса синтеза промышленных регуляторов для многомерных и многосвязных объектов управления с высокой точностью и быстродействием вычислений. Однако при анализе и синтезе многомерных и многосвязных систем возникает много проблем, связанных с влиянием взаимосвязей на свойства всего объекта. Методы решения данной проблемы на основе процедур синтеза регулятора с компенсатором взаимосвязей представлены в работах [5-6].

Цель статьи – предоставить результаты синтеза типовых регуляторов с компенсатором взаимосвязей многомерной многосвязной системы управления на основе генетического алгоритма. В качестве объекта нефтегазовой отрасли рассматривается дистилляционная колонна, которая является наиболее распространенным инструментом для процесса очистки природного газа от различных примесей.

Перегонка нефти в дистилляционных колоннах является наиболее популярным и важным методом разделения нефтяных (газовых) фракций в нефтегазовой отрасли. Обычная ректификационная колонна (рисунок 1) содержит: вертикальную колонну, в которой тарелки или пластины используются для усиления разделения нефтепродуктов на фракции; нагреватель, обеспечивающий необходимое парообразование в нижней части колонны; конденсатор для охлаждения и конденсации паров из верхней части колонны. Расчет ректификационной колонны в этой статье основывается на проекте завода по переработке газа. Качество выпускаемого продукта определяется чистотой дистиллята x_D (выше или равное 98%) и процентом примесей x_B в нижней части колонны (меньше или равное 2%).

Большинство систем управления процесса перегонки основывается на структуре баланса энергии. В этой структуре входами являются скорость потока жидкости, L , и скорость потока пара, V , а выходами – концентрации продуктов x_D и x_B .

В соответствии с [7] введём обозначения:

$$\begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} dL \\ dV \end{vmatrix} - \text{два управляемых входа,} \quad \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} dx_B \\ dx_D \end{vmatrix} - \text{два выходных сигнала.}$$

Пусть $G_{p11}, G_{p12}, G_{p21}, G_{p22}$ – передаточные функции объекта, связывающие входы и выходы [10]:

$$\begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} G_{p11} & G_{p12} \\ G_{p21} & G_{p22} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{0.0042}{1.9588s + 1} & \frac{-0.0062}{1.9588s + 1} \\ \frac{-0.0052}{1.9588s + 1} & \frac{0.0072}{1.9588s + 1} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \end{vmatrix} \quad (1)$$

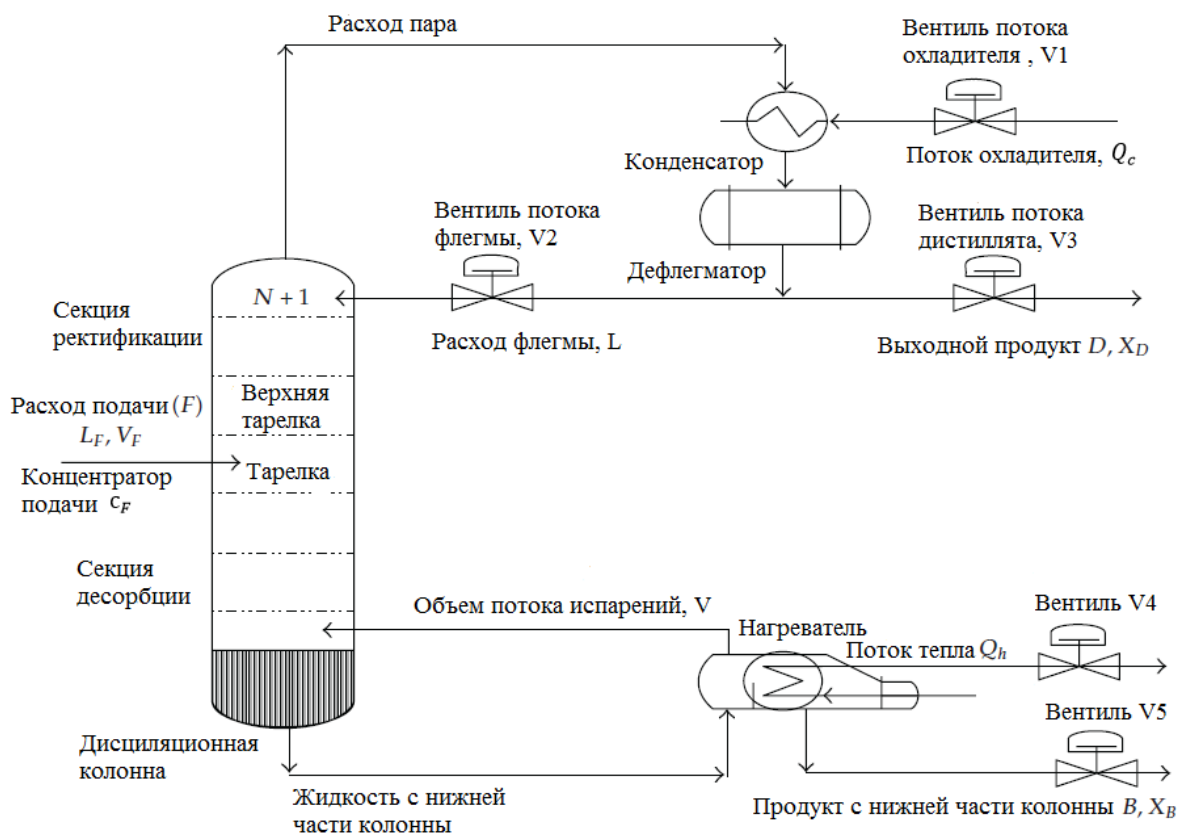


Рис. 1. Схема технологического процесса перегонки

Результаты моделирования исходной системы (рисунок 1) с передаточными функциями (1) в пакете прикладных программ Mathwork MATLAB представлены на рисунке 2.

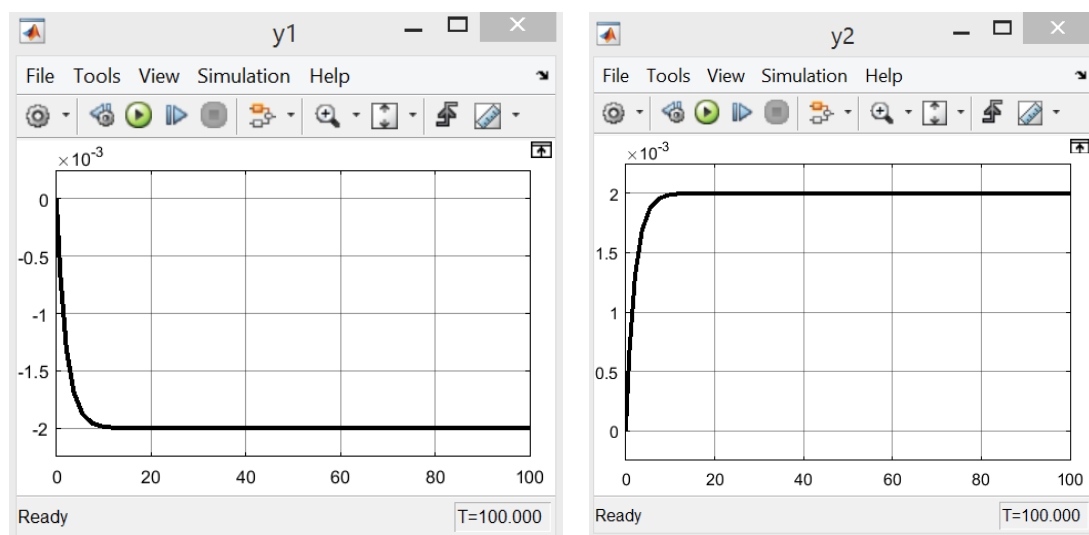


Рис. 2. Переходные процессы исходной системы (1)

Синтез типовых регуляторов для изолированных подсистем на основе генетического алгоритма. На основании исходной модели объекта управления и желаемой характеристики необходимо синтезировать интеллектуальный регулятор на основе генетического алгоритма.

Постановка задачи. Необходимо рассчитать параметры ПИ-регуляторов для сложной системы управления процессом очистки газа (1) на основе генетического алгоритма на основании интегрального критерия качества:

$$J_i = \int_{t=0}^{\infty} e_i^2(t) dt, \quad i = \overline{1,2}. \quad (2)$$

Применим процедуру расчёта коэффициентов ПИ-регулятора на основе генетического алгоритма в программном обеспечении «GeneticPRegulator» после децентрализации исходной модели (1). Здесь децентрализация необходима для реализации одномерных методов к МИМО (multi-input multi output) системам.

В результате применения процедуры декомпозиции получены два изолированных контура управления с ПИ-регуляторами:

$$u_i(t) = P_i e_i(t) + I_i \int_{t=0}^{\infty} e_i(t) dt, \quad i = \overline{1,2}, \quad (3)$$

с передаточными функциями: G_{C11}, G_{C22} :

$$G_{Cii}(s) = P_i + I_i \frac{1}{s}, \quad i = \overline{1,2}, \quad (4)$$

где $P_i, I_i, i = \overline{1,2}$ – коэффициенты усиления ПИ-регуляторов.

С использованием программного обеспечения «GeneticPRegulator» рассчитываются коэффициенты усиления ПИ-регуляторов. Для этого заданы следующие параметры для генетического алгоритма: количество популяций – 200 особей; кроссовер и мутация – в зависимости от ограничений; количество элит – 0.05 от размера популяции.

Рассчитанные коэффициенты для изолированных контуров: $P_1 = 24.8741$, $P_2 = 20.1499$, $I_1 = 20.4548$, $I_2 = 18.9873$.

Распределение функции пригодности (fitness function), показывающее наилучшее значение функции в зависимости от поколения (generation) генетического алгоритма изображено на рисунке 3.

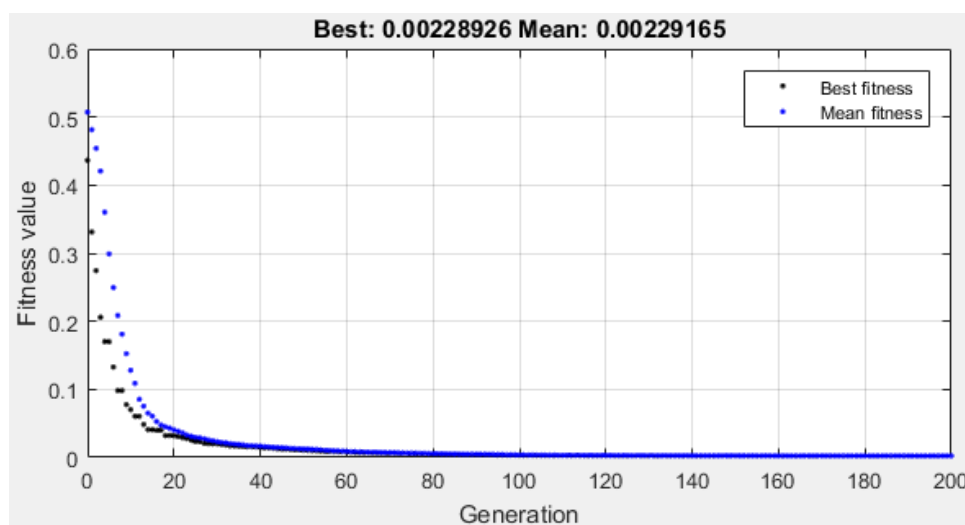


Рис. 3. Распределение функции пригодности в зависимости от количества поколений при выполнении генетического алгоритма

Коэффициенты ПИ-регуляторов, полученные на основе генетического алгоритма:

$$P_1 = 24.8741; \quad I_1 = 20.4548; \quad P_2 = 20.1499; \quad I_2 = 18.9873. \quad (5)$$

Произведем моделирование изолированных подсистем системы с рассчитанными коэффициентами (5) в среде имитационного моделирования Simulink (рисунок 4):

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{p11} & 0 \\ 0 & G_{p22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{0.0042}{1.9588s + 1} & 0 \\ 0 & \frac{0.0072}{1.9588s + 1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

$$u_1(t) = P_1 e_1(t) + I_1 \int_{t=0}^{\infty} e_1(t) dt, \quad u_2(t) = P_2 e_2(t) + I_2 \int_{t=0}^{\infty} e_2(t) dt.$$

Компенсация перекрёстных связей сложной системы. Для синтеза сложной системы управления, с учётом взаимосвязей, актуально применение теории устройств управления с компенсацией перекрёстных связей, основная идея которой заключается в применении дополнительных контроллеров для компенсации влияния взаимосвязей, с целью уменьшения их взаимодействия в контуре управления. В идеале развязывающее управление позволяет влиять только на желаемые регулируемые переменные [8-10].

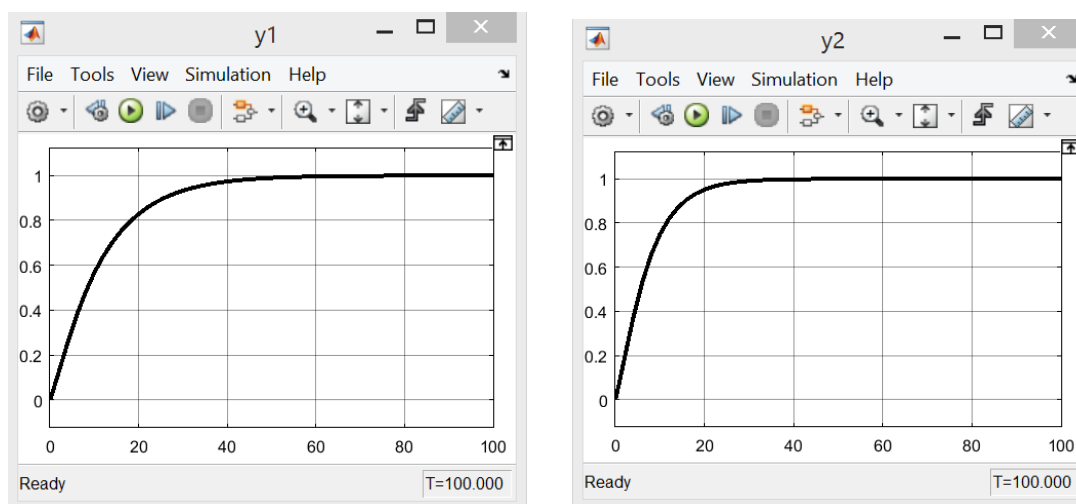


Рис. 4. Переходные процессы изолированных подсистем системы (6) с ПИ-регуляторами

Динамически развязанные системы – система, у которой каждый выход зависит от одного и только одного входа. Если все перекрестные функции передачи равны нулю или пренебрежимо малы, многоконтурная система вырождается в набор независимых (развязанных) однопетлевых систем.

Пусть матрица $H(s)$ – развязывающая матрица с параметрами H_{C12} и H_{C21} . В соответствии с этим необходимо найти параметры H_{C12} для того, чтобы ликвидировать влияние управляющего взаимодействия u_2 на выход y_1 :

$$G_{p11}u_{12} + G_{p12}u_{22} = 0, \quad G_{p11}H_{C12}u_{22} + G_{p12}u_{22} = 0. \quad (7)$$

Аналогично формуле (2), уравнения для второго входа имеют вид:

$$G_{p22}H_{C21}u_{11} + G_{p21}u_{11} = 0. \quad (8)$$

Для системы (1) с регуляторами (5) развязывающая матрица состоит из элементов:

$$H_{C12} = -13; \quad H_{C21} = -26. \quad (9)$$

На рисунке 5 для сравнения представлены схемы и результаты моделирования переходных процессов системы (6) и системы с развязывающей матрицей (9).

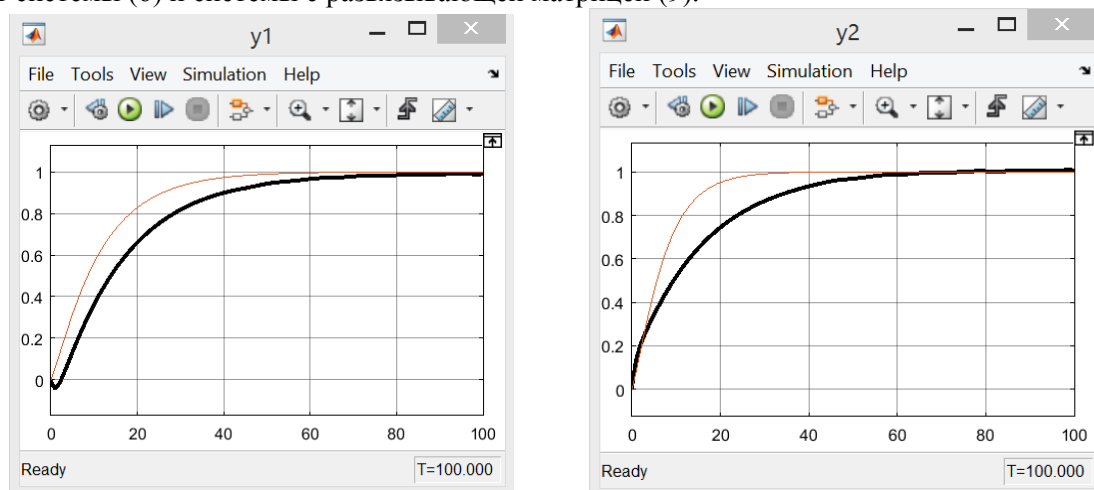


Рис. 5. Сравнение переходных процессов системы (6) и системы с развязывающим управлением

Выводы. В ходе сравнения переходных процессов изолированных подсистем с регуляторами с переходными процессами (рисунок 5) был сделан вывод о том, что использование метода развязывающего управления позволяет компенсировать влияние взаимосвязей на процессы сложной системы.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Luchian H., Băutu A., Băutu E. Genetic programming techniques with applications in the oil and gas industry // Artificial intelligent approaches in petroleum geosciences. – Springer International Publishing, 2015. – P. 101-126.
- [2] Safarzadeh M., Motahhari S., Co-optimization of carbon dioxide storage and enhanced oil recovery in oil reservoirs using a multi-objective genetic algorithm (NSGA-II) // Petroleum science. – China University of Petroleum, 2014. – Vol.11. – P. 460-468.
- [3] Cuddy S. J., Glover P.W. The application of fuzzy logic algorithms to oil exploration // Developments in soft computing. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001. – Part 2. – P. 167-174.
- [4] Rooki R., Ardejani F., Moradzadeh A., Mizraei H., Kelessidis V., Marglione R., Norouzi M. Optimal determination of rheological parameters for Herschel-bulkley drilling fluids using genetic algorithms (Gas) // Korea-Australia Rheology Journal. – Springer, 2012. – Vol. 24. – P. 163-170.
- [5] Wang J., Ning C., Yang Y. Multivariable PID Decoupling Control Method of Electroslag Remelting Process Based on Improved Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm // Information 2014, 5, 120-133
- [6] Антипин А. Ф. Способ построения многомерных систем управления с компенсацией взаимного влияния контуров регулирования // Молодой ученый. — 2014. — №18. — С. 220-224.
- [7] Minh V.T., Rani A.A. Modeling and control of distillation column in a petroleum process // Mathematical problems in engineering. – Perak.: Hindawi Publishing Corporation, 2009. – 14 p.
- [8] Vu T. An Extended Method of Simplified Decoupling for Multivariable Processes with Multiple Time Delays // Journal of chemical engineering of Japan. – 2013. – Vol. 46. – N 4. – P. 279-293.
- [9] Hu Z. Analytical design of PID decoupling control for TITO processes with time delays // Journal of Computers. – 2011. – Vol. 6. – N 6. – P. 1064-1070.
- [10] Jin Q.B. Decoupling proportional-integral-derivative controller design for multivariable processes with time delays // Industrial and Engineering Chemistry Research. –2014. – Vol. 53. – N 2. – P. 765-777.

Ширяева О.И., Самигулин Т.И.

Бөлу процедурасын пайдаланып, мұнай-газ саласындағы күрделі объектіні Smart-жүйесімен басқаруды жүзеге асыру

Аңдатпа. Берілген мақалада мұнай-газ саласындағы күрделі объект – дисциплиналы бағанды синтездеу нәтижелері келтірілген. Бұл бағанда табиғи газды түрлі қоспалардан тазарту процесі жүреді. Зерттеу әдісі ретінде Smart-жүйелерінің генетикалық алгоритм тәрізді технологиясы алынған. Генетикалық алгоритм арқылы типтік ПИ-реттегіштің коэффициенттері алынған.

Кіші жүйелердегі процесстерге ішкі байланыстардың әсер ету мәселесін шешу үшін бөлу матрицасын құру механизмі қолданылған. Бұл матрицаны сұлбаға қосқан кезде көпконтурлы жүйе – тәуелсіз бірорамды жүйелермен өрнектеледі.

Түйін сөздер: Smart-жүйе, күрделі басқару жүйесі, генетикалық алгоритм, типтік реттегіш, бөлу матрицасы, дисциплиналы баған.

Shiryayeva O.I., Samigulin T.I.

Development of a Smart control system for a MIMO plant of oil and gas industry with using decoupling

Summary. This article presents the results of synthesis of a MIMO plant oil and gas industry - a distillation column, in which processes of natural gas purification from various impurities take place. As a method of research, a technology of Smart systems, such as the genetic algorithm, was chosen. Using the genetic algorithm, the coefficients of typical PI-controllers are obtained.

To solve the problem of the influence of interrelations on the processes of subsystems, the mechanism of constructing the decoupling matrix was used, with inclusion in the scheme of which the multi-loop system degenerates into a set of independent one-loop systems.

Key words: Smart-system, MIMO-system, genetic algorithm, typical controller, decoupling matrix, distillation column.

Куатов Б.

(Казахский национальный университет имени К.И. Сатпаев,
Алматы, Республика Казахстан
beka.kuatov@mail.ru)

ЛИТЕЙНО – ПРОКАТНЫЙ АГРЕГАТ С ПРОДОЛЬНО – КЛИНОВЫМ ПРОКАТНЫМ СТАНОМ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. Большинство металлургических агрегатов (особенно устаревшей конструкции) наряду с большим потреблением энергоресурсов имеют и низкий коэффициент полезного действия, что приводит к большим потерям тепловой энергии в окружающую среду, которую можно было бы использовать на другие производственные нужды [1, 4с]. Непрерывная разливка стали сама по себе является эффективным мероприятием по снижению затрат в металлургическом производстве. За счет использования машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) из производственной цепочки исключается обжимной передел, что позволяет существенно снизить потребление энергоресурсов для производства готового проката [1, 30с]

Ключевые слова: вал, нажимные механизмы, прокатка, правильно – тянущие устройства.

Горячий посад (ГП) непрерывнолитых и горячекатаных слябов и заготовок в методические печи стана и прямая прокатка (ПП) являются эффективными мероприятиями, которые обеспечивают снижение расхода топлива на нагрев металла под прокатку. Данное технологическое мероприятие уменьшает расход топлива на 15...60% относительно расхода при холодном посаде (ХП).

Таким образом затраты энергии при холодном посаде фактически в 2 раза больше чем при использовании схемы прямой прокатки. А использование МНЛЗ вместо слиткового передела позволяет сократить расход энергоресурсов на 20...40% [1, 36с]. Поэтому в модернизированном продольно-клиновом прокатном стане приведенным в рисунке 1.1 использованы двухручьевого непрерывно-литейный агрегат с правильно-тянущими роликами (рисунок 1.2).

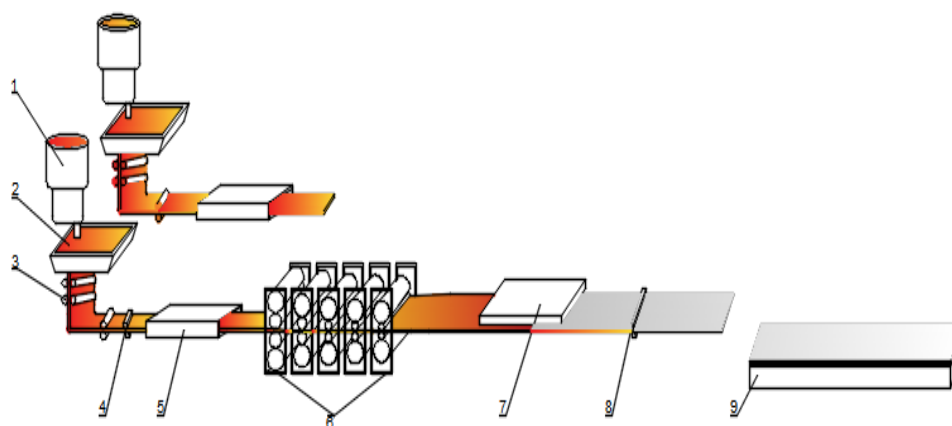


Рис. 1.1. Двухручьевого литейно-прокатный агрегат

1 – сталеразливочный ковш, 2 – промежуточный ковш, 3 – правильно – тянущие ролики, 4 – ножницы, 5 – проходная печь, 6 – продольно – клиновое устройство, 7 – участок охлаждения, 8 – ножницы, 9 – тара для листов

Двухручьевого прокатный стан состоит из сталеразливочного ковша 1, промежуточного ковша 2, а также правильно – тянущего устройства 3, ножницы 4, 8, продольной печи 5, продольно – клиновой прокатки 6, участка охлаждения 7 и тары 8 для транспортировки листов.

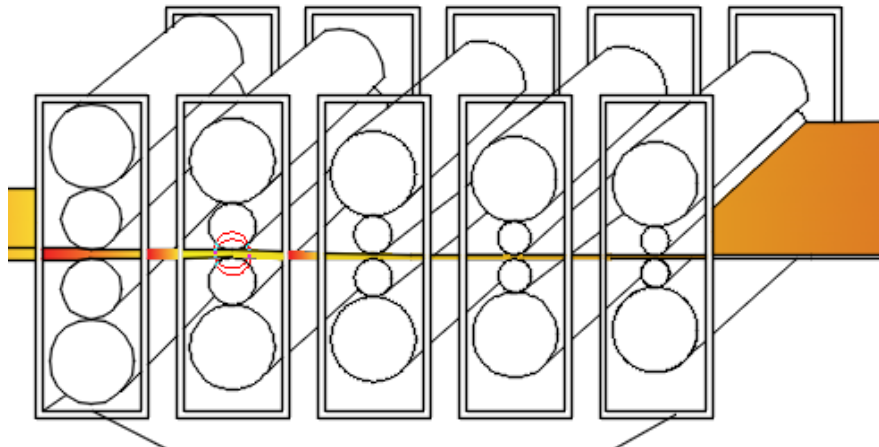


Рис. 1.2. Продольно – клиновый пятиклетовый четырех валковый прокатный стан

Технология непрерывной разливки стали и конструкция машин постоянно совершенствуются в направлении повышения качества отливаемой заготовки и производительности каждой машины. Увеличение производительности машины непрерывного литья заготовок прямо связано с увеличением линейной скорости разливки. В данном прокатном стане для увеличения линейной скорости разливки было рассмотрено электропривод тянущее – правильного устройства, формирующего один из основных технологических факторов – схему приложения тянущего усилия, на процесс кристаллизации слитка и образования дефектов макроструктуры литой заготовки.

Внедрение автоматизированного электропривода дал обоснование для реализации силовой части электропривода ТПУ с целью снижения максимальных значений статических продольных усилий в отливаемой заготовке и равномерного распределения нагрузок по электродвигателям тянущих роликов на участках ЗВО (рисунок 1.3) [2].

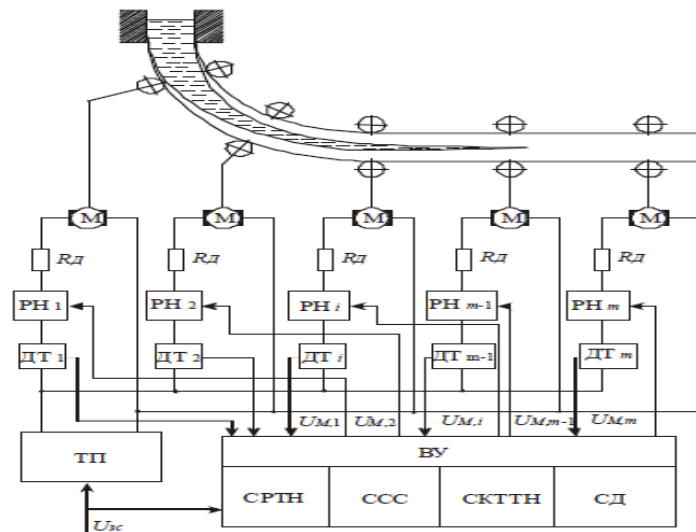


Рис. 1.3. Структурная схема электропривода ТПУ

Разработан общий алгоритм управления электроприводом для технических условий литья заготовки на МНЛЗ ОАО «ММК» (СРТН). В алгоритме предусмотрена возможность компенсации гармонической составляющей общего момента вытягивания слитка при появлении автоколебаний скорости литья заготовки, превышающих точность ее стабилизации [2]. Также учтена необходимость коррекции требуемых значений токов (моментов) нагрузки с учетом текущего состояния тянущих роликов и коррекции их числа в соответствии с точностью выставки тянущих роликов по технологической оси ЗВО и исправностью электрического и механического оборудования линий привода тянущих роли-

ков. В состав системы управления электроприводом ТПУ включена система диагностики текущего состояния и настройки оборудования роликовой проводки [2].

В данном агрегате также рассмотрен продольно – клиновой прокатной стане. Прокатный стан состоит из пятиклетей. Опорные валки стана одинакового диаметра, а рабочие валки разного диаметра. Сделаны расчеты на напряженно – деформированное состояние рабочих и опорных валков и станины (рисунки 1.4 – 1.11) в программе Solidworks.

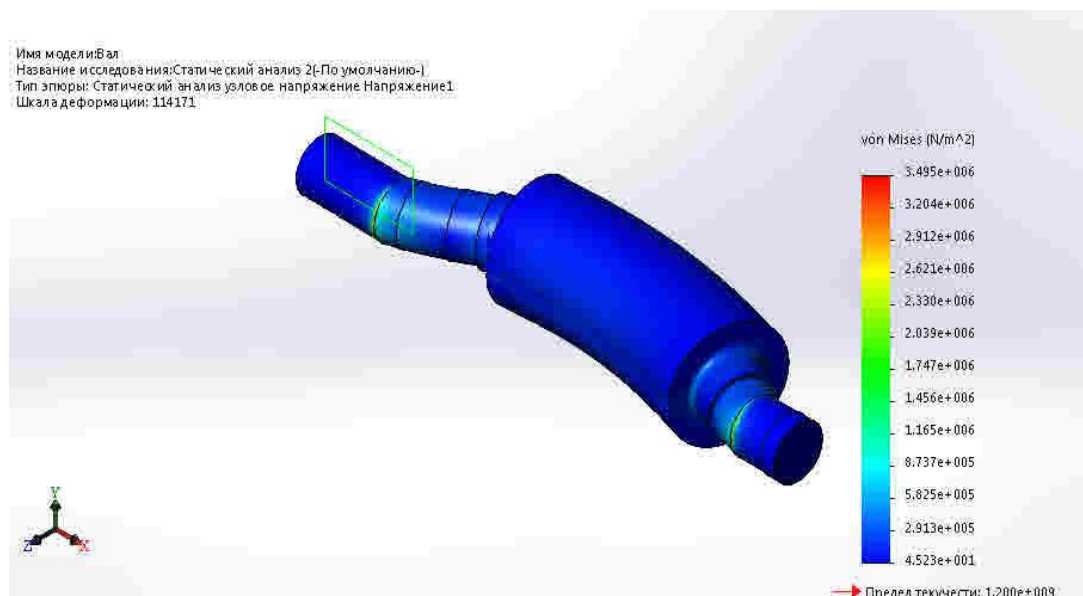


Рис. 1.4. Напряженное состояние вала.

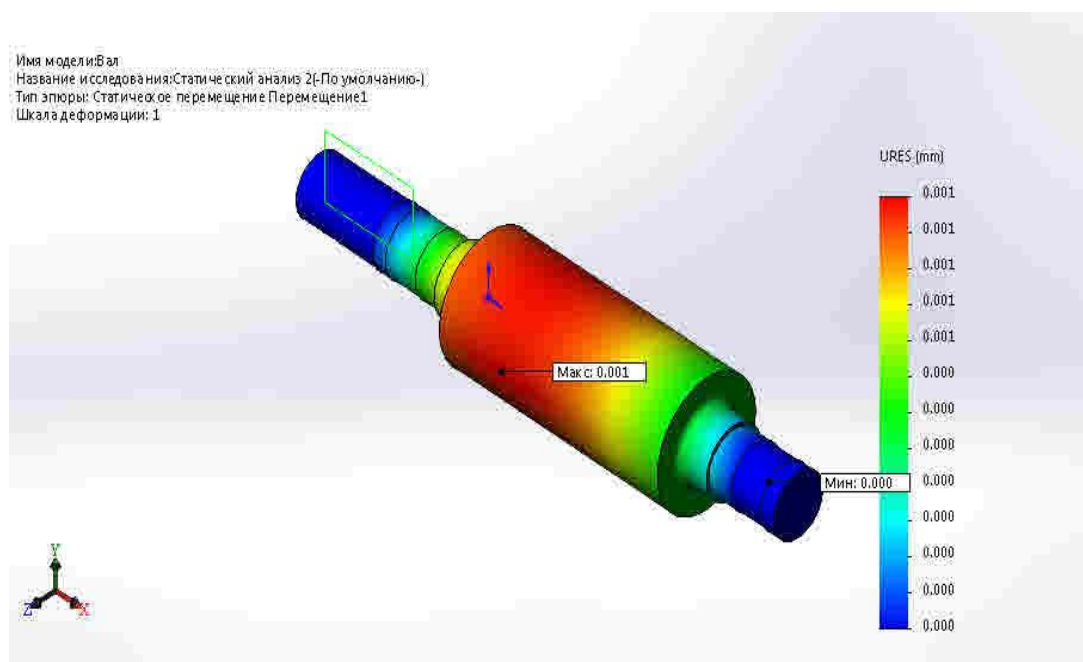


Рис. 1.5. Статический анализ вала

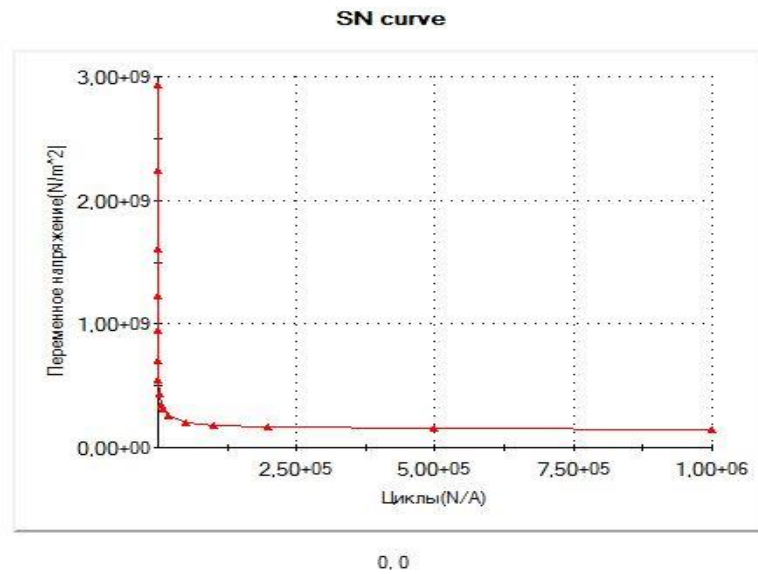


Рис. 1.6. График переменного напряжения вала

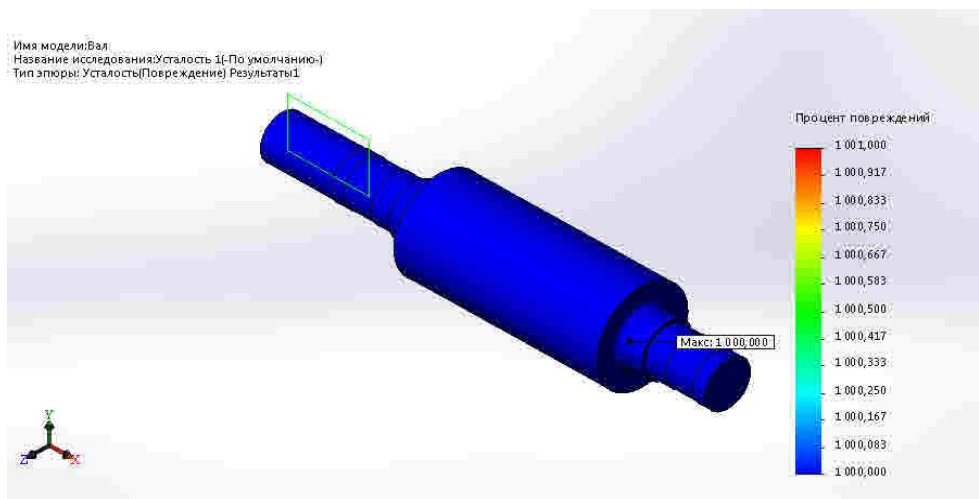


Рис. 1.7. Расчет на усталость вала

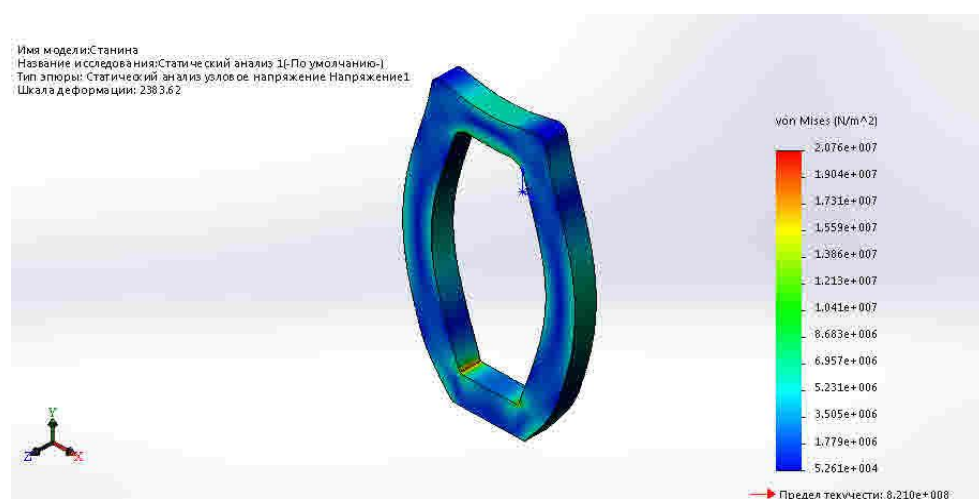


Рис. 1.8. Деформированное станины

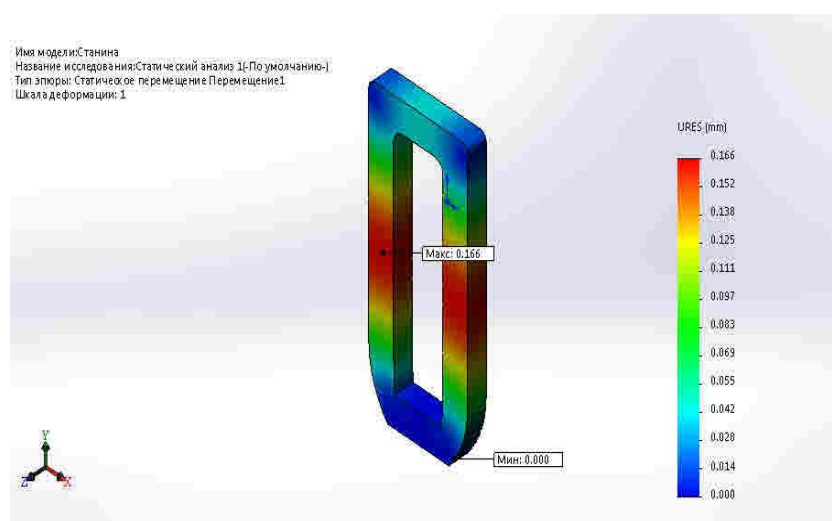


Рис. 1.9. Статический анализ станины

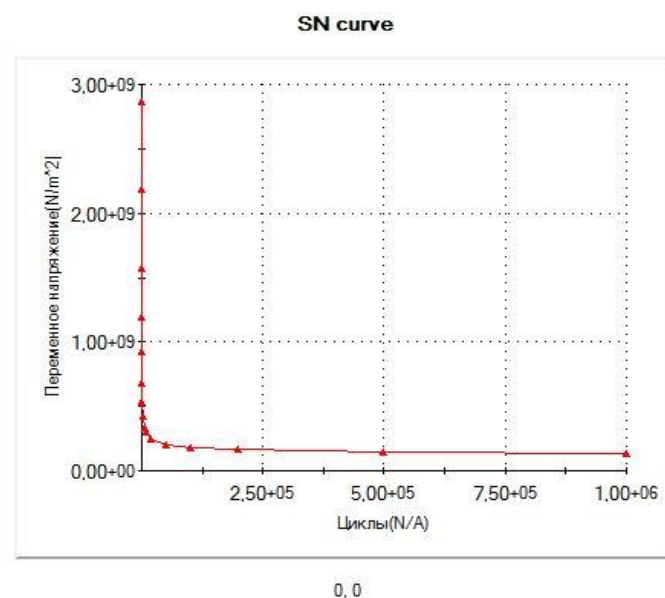


Рис. 1.10. График переменного напряжения станины

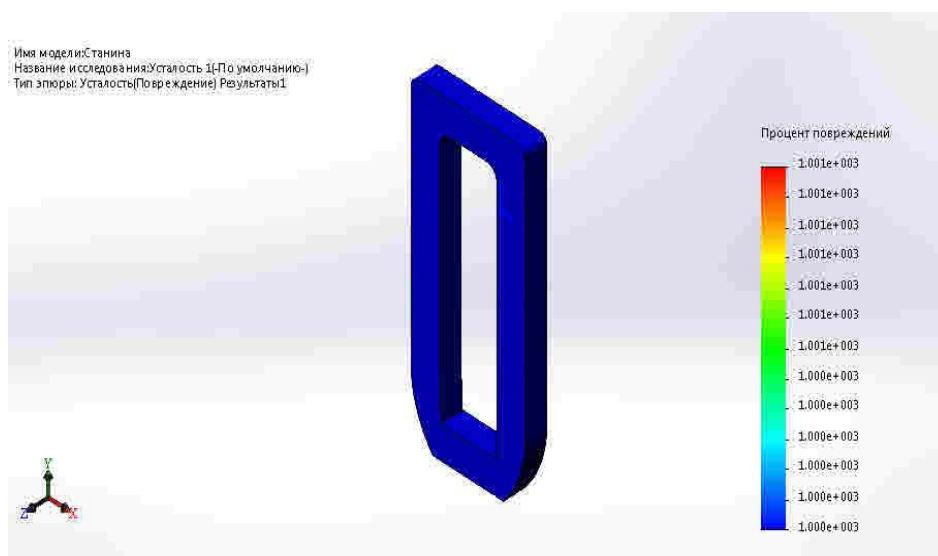


Рис. 1.11. Расчет станины на усталость

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Скляр В. О. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии. Учебное пособие. – Донецк.: ДонНТУ, 2014. – 224 с.
[2] Лукьянов С.И., Васильев А.Е., Лукьянов Д.С. Автоматизированный электропривод тянущее – пражильного устройства МНЛЗ: Монография: МГТУ, 2004.179с.

Куатов Б.

Құймалы – илемдеу жабдығының жаңа конструкциясы

Түіндеме: Отандық өндірушілердің алдында бәсекеге қабілетті жоғары сапалы қанылтыр өндіру міндеті тұр. Сапалы қанылтыр алу үшін құйманың көлемін ұлғайту экономикалық жағынан тиімді емес және сапалы емес. Бұл тәсіл қосымша зерттеулерді талап етеді.

Түйін сөздер: білік, басқыш механизмдер, илемдеу.

Kuatov B.

The foundry and rolling unit with it is longitudinal – the maple rolling mill of a new design

Summary. The majority of metallurgical units (especially outdated design) along with big consumption of energy resources have also low efficiency that leads to big losses of thermal energy to the environment which could be used for other production needs [1, 4s]. Continuous pouring of steel in itself is an effective action for decrease in expenses in metallurgical production. Due to use of the cars of continuous casting of preparations (CCCP) repartition is excluded from a production chain blooming that allows to reduce significantly consumption of energy resources for production of finished steel [1, 30s]

Key words: a shaft, press mechanisms, rolling, it is correct – the pulling devices.

УДК 378.147.091.32

Р.В. Даурова, К.К. Елемесов, З. Б. Имансакипова

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Аннотация. Приведены современные методы преподавания в техническом вузе, традиционные и нетрадиционные формы лекции, в частности форма лекции «Лекция вдвоем». Это работа двух преподавателей, читающих лекцию по одной и той же теме и взаимодействующих на стыке двух дисциплин.

Ключевые слова: Лекция, методы преподавания, диалог, лектор, лекция вдвоем, дисциплина, конспект, дискуссия

Введение

Перестройка системы образования в техническом вузе предъявляет новые требования к личности лектора, методам и технологии преподавания. Формируется новая ситуация взаимодействия лектора и аудитории во всех видах учебно-познавательной деятельности, прежде всего, в лекционной. Лектор во все времена был человеком не только передающим информацию, но и воздействующим на людей содержанием и силой своего слова. Во время чтения лекций лектор постоянно должен помнить о том, что студенты и слушатели хотят не только усвоить содержание учебного материала по дисциплине, предусмотренное учебным планом, понять теоретические выкладки, закономерности и механизмы происходящих процессов и явлений, но и ожидают проявления личного мнения лектора по тем или иным проблемным вопросам. Следует учитывать и то обстоятельство, что студенты более заинтересованы в конкретном решении практических проблем, нежели в получении общетеоретической информации. Если они понимают, что цели и содержание дисциплины соответствуют их потребностям, то они полностью принимают ответственность за обучение на себя.

Длительное время передача учебной информации осуществлялось в основном в форме *традиционной лекции*. Психолого-педагогическими исследованиями установлено, что традиционная лекция представляет собой процесс передачи знаний в готовом виде. Что способствует успешности лекционной формы занятия?

• Использование современных технических средств обучения (кинофильмы, видеоматериалы, дисплеи, гибкие автоматизированные системы и т.д.).

• Применение тестового контроля знаний. Тесты могут быть использованы как входной контроль знаний - для определения исходных знаний перед изложением лекционного материала, так и выходной контроль знаний - для выявления степени усвоения содержания учебного материала в конце лекции.

Лекции в традиционном понимании – это последовательное изложение содержания курса, что, как правило, уже сделано в хороших учебниках. Преподаватель в роли лектора может дать лишь авторскую интерпретацию учебника. Этот способ известен всем студентам, когда-либо получавшим высшее образование. Подобная форма занятий вызывает явное утомление слушателей и понижает интерес к обучению. В связи с этим возникла насущная потребность в разработке и использовании в учебном процессе новых форм и методов активного контекстного обучения (анализ конкретных ситуаций, игровое проектирование, мозговая атака, разыгрывание ролей, учебно-деловые игры и др.) и в совершенствовании, активизации, видоизменении традиционных форм лекций. Таким образом, в условиях развивающегося содержания обучения и образования форма проведения лекций не может оставаться традиционной, неизменной.

В основе *нетрадиционных форм лекций* лежат следующие принципы контекстного обучения:

• *Принцип проблемности.* Предполагает представление учебного материала в виде проблемных ситуаций и вовлечение слушателей в совместный анализ и поиск решений. Проблемное содержание лекции должно передаваться в проблемной форме.

• *Принцип игровой деятельности.* Для активизации слушателей целесообразно использовать игровую деятельность с помощью игровых процедур: разыгрывание ролей, мозговой атаки, блиц-игры и т.д. Применение их в начале лекции способствует снятию эмоционального напряжения, созданию творческой атмосферы и формированию познавательной мотивации. Опыт последних десятилетий подтвердил, что использование игры не должно ограничиваться периодом детства. Сейчас успешно внедряются в практику обучения и управления деловые игры, позволяющие в форме деловой игры решать серьезные профессиональные задачи как учебного, так и исследовательского плана.

• *Принцип диалогического общения.* Активизация лекции предполагает использование определенных методических приемов включения слушателей в диалогическое общение, протекающее в виде внешнего и внутреннего диалога.

• *Принцип совместной коллективной деятельности.* Проведение небольших дискуссий по ходу лекции при анализе и решении проблемных ситуаций позволяет создать активную, творческую и эмоционально положительную атмосферу. При этом создаются условия возникновения самоорганизации коллективной деятельности обучающихся.

• *Принцип двуплановости.* Двуплановость проявляется при внедрении в лекцию игровых элементов. В этом случае осуществляется два плана: первый – условный, игровой; второй план – реальный, направленный на формирование и развитие умений и навыков по специальности.

Лекция вдвоем. Это работа двух преподавателей, читающих лекцию по одной и той же теме и взаимодействующих на стыке двух дисциплин.

Лекция вдвоем заставляет студентов активно включаться в мыслительный процесс. С представлением двух источников информации задача студентов сравнить методику преподавания и связь между двумя дисциплинами. Во взаимодействии раскрываются темы лекции. Внешний диалог протекает в виде диалогического общения двух лекторов и слушателей, внутренний диалог – самостоятельное мышление формируется при наличии опыта активного участия в различных формах внешнего диалога. Лекция создает связь с той дисциплиной которую они проходят параллельно и закрепляют свои теоретические знания на этой. Слушатели получают наглядное представление о способах ведения диалога, а также возможность участвовать в нем непосредственно. Во взаимодействии раскрываются способности лекторов качества преподаваний лекторов, это может быть молодой лектор и лектор со стажем. Внешний диалог протекает в виде диалогического общения двух лекторов и слушателей, внутренний диалог – самостоятельное мышление формируется при наличии опыта активного участия в различных формах внешнего диалога. Лекция создает эмоционально-положительную атмосферу, высокую степень мотивации и вовлекает слушателей в активный диалог. Слушатели получают наглядное представление о способах ведения диалога, а также возможность участвовать в нем непосредственно. Методика чтения подобной лекции предлагает, прежде всего:

• выбор соответствующей темы, в содержании которой есть связь с той или иной дисциплиной, разные точки зрения или высокая степень сложности;

• подбор двух педагогов, совместимых как с точки зрения стиля мышления, так и способа общения;

- разработку сценария чтения лекции (блоки содержания, распределение по времени).

Сценарий необходим на первых этапах работы. После приобретения опыта письменный сценарий можно заменять устной договоренностью - репетицией.

Эта лекция представляет собой мини-игру, “театр двух актеров”. Она предполагает высокую степень импровизации в поведении лекторов, выступление которых должно быть естественным и непринужденным. В качестве одного из методических приемов достижения этой цели предлагается одному преподавателю вводить в лекцию неожиданную, новую для другого информацию, на которую тот должен реагировать. Это также может быть лектор и его ассистент, теоретик и практик т.е. производственник или представитель компании проводящий мастер класс. Здесь рассматриваются актуальные проблемы именно производства решением теоретических вопросов, в техническом вузе.

Такая практика заимствована из арсенала форм активного обучения. Она может быть использована как способ перехода от традиционных к активным формам обучения.

Лекция вдвоем дает возможность передать большой объем информации за счет переконструирования материала и поддержания высокого уровня внимания и интереса у слушателей;

- дает большой педагогический эффект в том случае, если содержание принципиально для данного предмета или сферы деятельности; вырабатывает альтернативность мышления, уважение к чужой точке зрения, повышает культуру ведения дискуссии за счет демонстрации подобных качеств лекторов и участия самих слушателей в ней.

Лекция вдвоем предполагает деятельность преподавателей, один из них обеспечивает внешнее содержание (выращивание норм научного знания); другой — превращение внешнего содержания во внутреннее (воздействие на потребности и способности). Для первого базовый процесс — продвижение по содержанию, для второго — процедура овладения им. Технология первого процесса — разделение содержания на дозы, логически завершённые, построенные системно — модули. Технология второго процесса — оформление этой дозы в проблемную ситуацию: актуализация (воздействие на потребности); перекидывание мостика между новой информацией и опорными знаниями; организация «маленького открытия» («додумались сами!») — развитие творческих способностей на базе мыслетехнических, коммуникативных, рефлексивных. В такой лекции учебный материал проблемного содержания дается студентам в живом диалогическом общении двух преподавателей между собой. Здесь моделируются реальные социально-профессиональные ситуации обсуждения теоретических вопросов с разных позиций двумя специалистами, например теоретиком и практиком, сторонником или противником той или иной точки зрения и т.п. При этом нужно стремиться к тому, чтобы диалог преподавателей между собой демонстрировал культуру совместного поиска решения разыгрываемой проблемной ситуации с привлечением в общение студентов, которые задают вопросы, высказывают свою позицию, формируют свое отношение к обсуждаемому материалу лекции, демонстрируя эмоциональный отклик на происходящее.

Заметим, что специальной задачей этого вида лекции является демонстрация отношений преподавателей к объекту высказываний. Лекция вдвоем раскрывает личностные качества преподавателя как профессионала в своей предметной области и как педагога более ярко и глубоко, нежели любая другая форма лекции.

При этом подготовка и чтение лекции вдвоем предъявляет повышенные требования к подбору преподавателей. Они должны быть интеллектуально и личностно совместимы, обладать развитыми коммуникативными умениями, способностями к импровизации, высоким уровнем владения предметным материалом. Если эти требования при проведении лекции вдвоем будут соблюдены, у студентов будет сформировано доверительное отношение к такой форме работы.

Одной из трудностей при проведении лекции вдвоем (лекции-дискуссии многих специалистов), особенно при обучении студентов, является привычная установка обучающихся на получение достоверной информации из одного источника.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Герасимова Т.С. Психолого-педагогический минимум для внештатных преподавателей / “Методист”. - 2007 год - №2 ... - С.38-43
- [2] Змеев С.И. Технология обучения взрослых: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр “Академия”, 2002.
- [3] Основы андрагогики/ под ред. И.А. Колесниковой. – М.: Академия, 2003.
- [4] Скакун В.А. Организация и методика профессионального обучения: Учебное пособие. – Москва. ФОРУМ:ИНФА-М, 2007.

- [5] Артюхина А.И., Чумаков В.И. Интерактивные методы обучения в медицинском вузе Учебное пособие. Волгоград 2011.-200с
- [6] Ступина С.Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе. Учебно-методическое пособие. Саратов Наука, 2009.52с
- [7] Кульневич С.В., Лакоценина Т.П. Современный урок. Часть 1. – Растов-н/Д Учитель, 2005.-288с.
- [8] Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе, контекстный подход М. Высшая школа, 1991.-207с

Даурова Р.В., Елемесов К.К., З. Б. Имансакипова

Екі лектордың бірігіп дәрісті оқытудың заманауи әдістері

Түйіндеме. Мақалада қазіргі кезде техникалық жоғарғы оқу орындарында дәрісті екі лектордың бірігіп оқыту әдісі қарастырылған. Екі лектор дәріс оқығандағы олардың артықшылықтары мен кемшіліктері, заманауи техникалық құралдарды қолдана отырып дистанционды дәріс оқыту әдістемесі қорсетілген. Дәстүрлі және қазіргі кездегі оқылатын инновационды дәріс түрлері қарастырылған.

Негізгі сөздер: Лекция, оқыту әдістері, диалог, лектор, екі лектор, пән, конспект, талқылау.

Daurova R.V., Elemesov K.K., Imansakipova Z. B.

Modern methods of teaching

Summary. Modern methods of teaching in a technical university, traditional and non-traditional forms of lecture, in particular, the form of the lecture "Lecture alone" are given. This is the work of two teachers who lecture on the same topic and interact at the junction of the two disciplines.

Keywords: lecture, teaching method, dialogue, speaker, lecture alone, discipline, epitome, discussion.

УДК 621.39.075

А.М. Дараев, Д.А. Нурпеисова, С.Ш. Авелбекова

(КазННТУ им К.И. Сатпаева. Алматы, Республика Казахстан, majit_2006@mail.ru)
(Университет Туран)

**АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ МЕТОДОМ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ ANYLOGIC**

Аннотация. Рассматриваются вопросы надежности для базовых станций беспроводной связи. Определяются пути повышения надежности, степени надежности, параметры надежности

Ключевые слова: Надежность систем РЭА, базовая станция, резервная станция, время ожидания, время безотказной работы, время восстановления работоспособности.

Современные беспроводные сети связи составляют серьезную конкуренцию проводным способам доступа с использованием металлических и оптических кабелей связи.

Это объясняется тем, что скорость передачи данных в беспроводных сетях, таких как Wi-Fi и WiMAX, уже составляет несколько мегабит в секунду, чего достаточно для удовлетворения запросов даже самых продвинутых пользователей сети Интернет, а по удобству работы такие сети вне конкуренции [1]. Особенно актуальным оказывается использование беспроводных сетей в тех случаях, когда прокладка кабеля невозможна или нецелесообразна по экономическим, эстетическим соображениям либо просто при нехватке времени на развертывание кабельной инфраструктуры.

Однако все беспроводные сети связи обладают одним существенным недостатком по сравнению с проводными — они не гарантируют такого уровня безопасности и конфиденциальности, каким отличаются все технологии с закрытой средой передачи сигналов. Для получения доступа к сети связи на основе металлического кабеля, например витой пары UTP-5е, требуется непосредственный доступ к среде передачи, а в случае использования оптического кабеля подключение очень сложно реализовать даже при наличии подобного доступа. С беспроводными сетями связи всё обстоит иначе: поскольку такие технологии изначально ориентированы на использование открытой среды передачи радиосигналов, доступной практически любому пользователю в зоне действия антенны, то вопросы безопасности и надежности функционирования таких сетей приобретают новый смысл. Структура беспроводной сети связи приведена на рис. 1.

В состав сети входят следующие основные элементы:

- оборудование пользователей услугами связи, включающее в себя персональный компьютер (ноутбук, нетбук, планшетный компьютер или КПК) с оборудованием доступа к беспроводной сети связи (беспроводной адаптер или интерфейс);

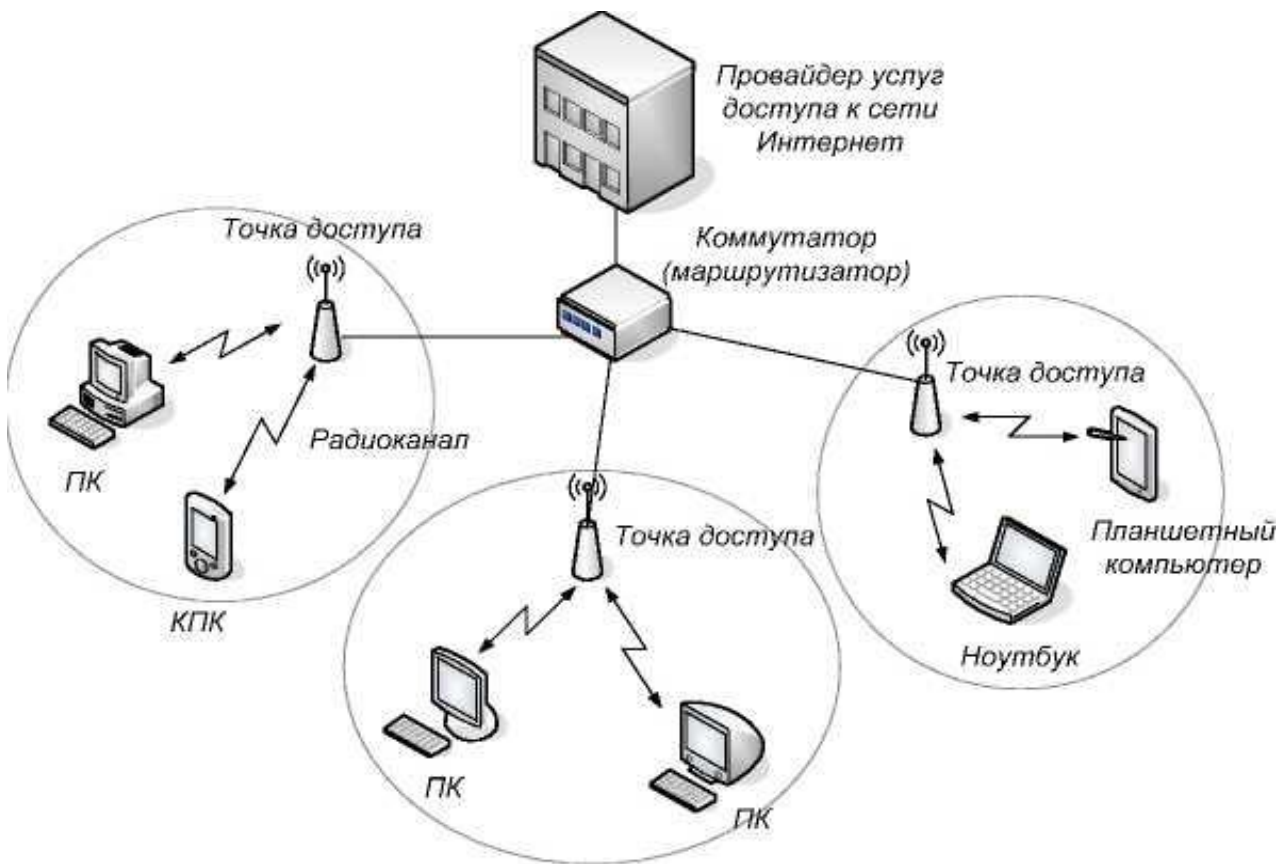


Рис. 1. Структура беспроводной сети связи

- беспроводные точки доступа;
- беспроводная среда передачи информации (радиоканал);
- линии связи и оборудование провайдера услуг сети Интернет (в процессе моделирования не рассматриваются).

Среди всех известных показателей надежности сетей связи для оценки качества функционирования беспроводных сетей наиболее подходящими являются коэффициент готовности, вероятность безотказной работы и вероятность связности. Последний показатель применим только к сети связи определенной топологии [2], а задача данной работы заключается в исследовании одного простого сегмента сети — между пользователем и точкой доступа. Поэтому основное внимание уделяется такому показателю надежности, как коэффициент готовности. Следует заметить, что документом [3] регламентируется минимальное значение коэффициента готовности для сетей передачи данных, равное 0,99.

К основным причинам отказа беспроводных сетей связи можно отнести:

1. отказ радиоканала (беспроводной среды передачи информации):
 - замирания в канале;
 - помехи и интерференция;
2. отказ аппаратного обеспечения;
3. отказ программного обеспечения (сбои и «зависание»);
4. отказ вследствие целенаправленной атаки на систему.

В результате исследования возможных причин и последствий подобных видов отказов, а также их влияния на работу **беспроводной сети связи**, была разработана *имитационная модель* функционирования **беспроводной сети** в условиях воздействия всех перечисленных дестабилизирующих

факторов (рис. 2). Для моделирования функционирования беспроводной сети связи использовалась среда имитационного моделирования AnyLogic [4].

В качестве основных блоков имитационной модели были выбраны объекты класса state chart (диаграммы состояний), позволяющего задать весь процесс функционирования беспроводной сети связи в виде множества состояний системы с разными коэффициентами готовности и переходов между состояниями, которые осуществляются с определенными вероятностями, задаваемыми статически или вычисляемыми динамически в процессе моделирования.

В качестве основных состояний системы использовались:

- обычное работоспособное состояние системы «work»;
- атака на систему «attack»;
- отказ системы «fail»;
- замирания в канале «fading».

К преимуществам AnyLogic можно отнести возможность создания сложных, комплексных состояний, включающих в себя множество более простых состояний и переходов между ними. В качестве примера подобного сложного состояния можно привести состояние «attack», включающее в себя такие простые состояния, как aggression, substitution device, intercept, overflow, virus, modification - denial of service.

Состояние «work» является простым и соответствует наиболее вероятному работоспособному состоянию системы беспроводной связи, в котором коэффициент готовности K_z равен единице, а пропускная способность B максимальна. В результате воздействия внешних и внутренних дестабилизирующих факторов возможны переходы в другие состояния с определенными вероятностями (интенсивностями). Каждое из таких состояний характеризуется определенным коэффициентом готовности и пропускной способностью сети.

Из рабочего состояния возможны переходы в нерабочие состояния в случае появления замираний (fading), в случае атаки на систему (attack), а также в случае отказа беспроводной сети (fail).

«Отказ сети» представляет собой сложное состояние, состоящее из нескольких состояний — проблема с сетью (problem), отключение электропитания системы (power), отказ в соединении (connection), отказ оборудования (equipment) и сбой в работе про-граммного обеспечения (software).

«Отказ в соединении» может произойти и в случае перехода из состояний fading и attack, а из рабочего состояния возможен переход непосредственно к отказу оборудования или к отказу сети.

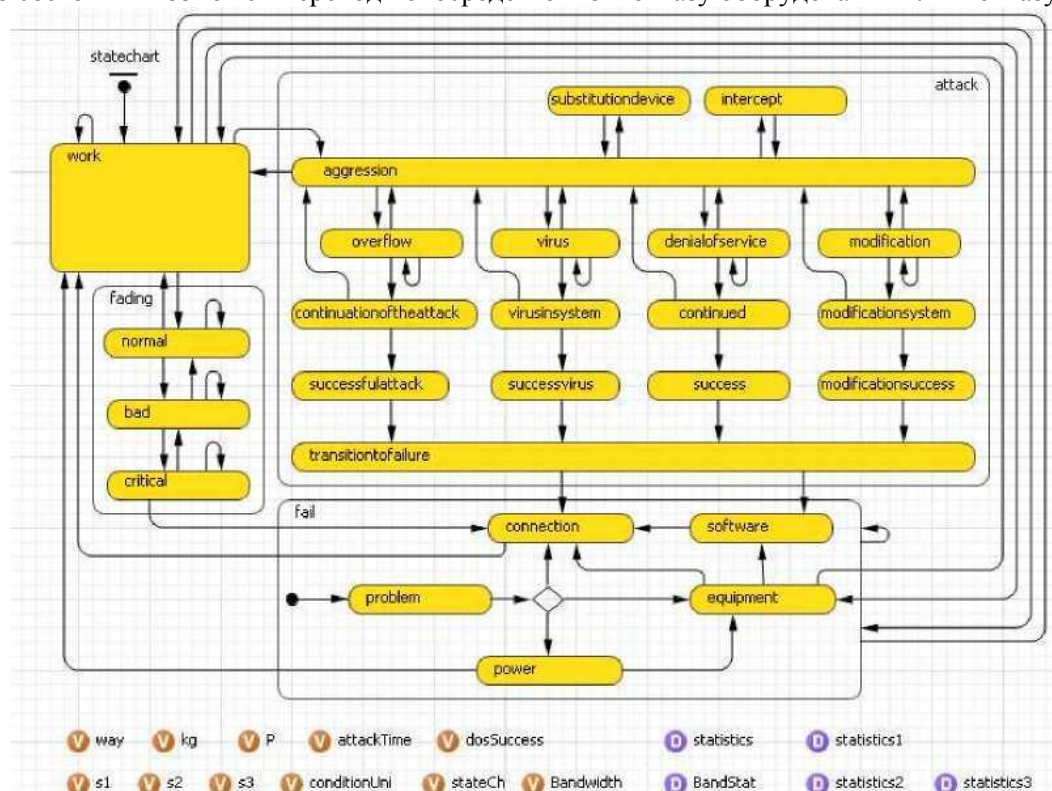


Рис. 2. Имитационная модель функционирования беспроводной сети связи в AnyLogic

Отказ сети логически представлен в виде появления блока «проблема с сетью», из которого уже с помощью ветвления возможны переходы к «отказу оборудования», «отказу в соединении», «отказу питания».

Сложное состояние «отказ сети» позволяет смоделировать ситуацию с отказом питания. В этом случае возможен отказ оборудования и, как следствие, отказ в соединении. При потере питания возможно и его быстрое восстановление с последующим переходом обратно в рабочее состояние. При отказе оборудования соответственно отказывает и программное обеспечение. Состояние attack также является сложным, состоящим из следующих состояний:

- переходное состояние («aggression») представляет собой состояние перед непосредственным началом атаки, когда злоумышленник уже находится в сети, характеризуется незначительным снижением коэффициента готовности сети;
- состояние «подмена устройства» («substitution device») — в случае неавторизованного доступа, не влечет за собой отказ сети;
- состояние «перехват» («intercept») — в случае перехвата пакетов сети часть информации может теряться, состояние также не влечет за собой отказ сети;
- состояние начала модификации сети («modification») — в случае попытки изменить структуру сети или модифицировать ее с какой-то целью (например, грабежа), из этого состояния система может перейти к более опасным для нее состояниям, вплоть до полного отказа;
- состояние дальнейшей модификации сети («modification system») — произошло частичное перестроение сети;
- состояние полной модификации сети («modification success») — сеть полностью изменена в соответствии с желаниями злоумышленника; из этого состояния сеть переходит в неисправное состояние (либо connection, либо software);
- состояние начала отказа в обслуживании («denial of service») — возникает в случае попытки лишить обслуживания абонентов сети, при переходе в менее безопасные состояния может привести к отказу в соединении либо к отказу программного обеспечения;
- состояние частичного отказа в обслуживании («continued»), когда полностью связь ещё не потеряна, но наблюдается существенное снижение пропускной способности;
- состояние успешной атаки, направленной на отказ в обслуживании («success») — злоумышленник уже нарушил соединение, из него система переходит в состояние отказа (либо connection, либо software);
- состояние заражения системы («virus») — в случае появления вредоносных программ; при переходе в состояния с большей степенью заражения может привести к отказу;
- состояние дальнейшего заражения («virus in system») — антивирусная система не смогла сразу обнаружить угрозу, характеризуется снижением быстродействия системы;
- состояние успешного внедрения вредоносных программ («success virus») характеризуется нарушением работы системы, вследствие чего возможна потеря соединения или отказ программного обеспечения;
- состояние в случае начала атаки, направленной на переполнение системы, («overflow») — начинает внедряться большое количество пакетов в сеть, при переходах в дальнейшие состояния пропускная способность может снижаться вплоть до полного отказа;
- состояние дальнейшего переполнения («continuation of the attack») — число пакетов в системе уже значительно, но пока не является критичным;
- состояние успешного переполнения системы («successful attack») — когда число пакетов уже критично и далее следует переход в состояние отказа (либо connection, либо software);
- переход к отказу («transition to failure») — используется для упрощения схемы, являясь промежуточным состоянием между успешными атаками и отказом.

Вероятности переходов между состояниями могут задаваться исследователем либо в виде фиксированных чисел на основе собранной на практике статистики, либо в виде более сложных аналитических моделей. Например, авторами данной работы была использована математическая модель расчета вероятности успешной SYN-flood атаки на основе сетей Петри-Маркова, предложенная в [5]:

$$P(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}},$$

где $P(t)$ — вероятность успешной реализации атаки от времени t ;

τ — среднее время перехода по всей сети Петри, равное в данном случае 11,15с.

Разработанная имитационная модель может быть использована для исследования влияния различных способов структурного резервирования и методов защиты от атак на комплексные показатели надежности функционирования беспроводной сети связи, например на коэффициенты готовности K_r и простоя K_p .

В таблице для примера приведены результаты моделирования функционирования системы.

Таблица 1. Результаты моделирования функционирования беспроводной сети связи (БС) при различных методах резервирования и защиты

Вид воздействия	K_r сети	Пропуски, способн.
Сканирование сети	1,000	1,000
Подмена устройства	0,999	0,990
Перехват пакетов	0,999	0,980
Отказ в обслуживании	0,998	0,950
Модификация сети	0,997	0,950
Вредоносные программы	0,997	0,950
Переполнение	0,997	0,950
Комплексная атака	0,995	0,900
Замирания	0,996	0,985
Атаки с учетом состояния радиоканала	0,994	0,884
Отказ элементов сети	0,997	0,994
Отказ сети с учетом всех воздействий	0,991	0,881

Выводы и заключения

В заключение следует заметить, что наиболее острым вопросом данной имитационной модели остается выбор исходных данных для моделирования, в частности математических моделей для расчета вероятностей перехода из одного состояния в другое. По сути, от точности исходных данных будет во многом зависеть достоверность полученных результатов.

В качестве исходных данных могут быть использованы результаты обработки накопленной статистики об отказах за определенный период времени, а также современные аналитические модели, подобные [5]. Причем в данной имитационной модели предусмотрена возможность отключения отдельных ветвей диаграммы состояний, что дает возможность исследовать последствия отдельных видов отказов и атак раздельно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вишневецкий В. М. Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
- [2] Филин Б. П. Методы анализа структурной надежности сетей связи. М.: Радио и связь, 1988. 208 с.
- [3] ГОСТ Р 53111-2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. М.: Стандартинформ, 2008. 16 с.
- [4] Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.
- [5] Радько Н. М., Скобелев И. О. Риск-модели информационно-телекоммуникационных систем при реализации угроз удаленного и непосредственного доступа. М.: РадиоСофт, 2010. 232 с.

Дараев А.М. Нурпеисова Д.А. Авелбекова С.Ш.

AnyLogic симуляциялық қоршаған ортаға сымсыз байланыс арқылы желілерінің сенімділігін талдау Түйіндемесі. Бұл мақалада сымсыз базалық станциялар сенімділігі айналысады. Қауіпсіздігін, сенімділігін, сенімділік параметрлерін арттыру жолдарын анықтайды.

Кілттік сөздер. СЕА сенімділігі, базалық станциясы, сақтық көшірме станциясы, күту уақыты, үздіксіз жұмысын, авариясыз жұмыс уақыты, жұмыс қабілетін қалпына келтіру.

Daraev A.M. Nurpeisova D.A. Auelbekova S.S.

Reliability analysis of wireless networks and simulation modeling in AnyLogic

Summary. This article discusses the issues of reliability for base stations of wireless communication. Determines the ways of improving reliability, reliability, reliability parameters.

Key words: Reliability, electronic equipment, base station, backup station, waiting time, uptime, recovery time, health.

I.M. Uvaliyeva, S.A. Belginova
(D.Serikbayev East Kazakhstan State Technical University
Oskemen, Republic of Kazakhstan)

DEVELOPMENT OF THE CONCEPTUAL MODEL OF THE DIAGNOSTIC OBJECT IN THE MEDICAL DIAGNOSIS SYSTEMS

Abstract. To synthesize a computer diagnosis, a conceptual model of the diagnostic object of human subsystems is introduced, which is based on diagnostic symptoms and components of the biochemical blood analysis. The structure of information support for a person making the decision on the basis of the proposed conceptual model of the diagnostic object is proposed. To determine the value of the obtained results from a patient's examination based on an analysis of independent diagnostic features, it is suggested to use the estimate of the amount of information that calculates the diagnostic value of the symptom. Identified diagnostic values of symptoms for the diagnosis system are further ranked in descending order. Within the framework of the study, an algorithm was developed for the diagnosis, considering the diagnostic value of the symptoms. The proposed conceptual model of the diagnostic object and the algorithm for diagnosing are tested during the diagnosis of liver diseases. The diagnostics database was designed on the basis of the conceptual model of the diagnostic object.

Key words: medical diagnosis, diagnosis, diagnostic feature, diagnostic object, diagnosis algorithm, diagnostic symptom, clinical diagnosis.

Introduction

Today the problem of integrated assessment of stages in information support systems is relevant, because despite a wide range of computer systems used at the stage of diagnosis of the disease, at the stage of drug rehabilitation, the support is limited to the medical reference books of the pharmacist [1,2].

Synthesis of the decisive rule (DR), according to which the process of diagnosing patients for a given set of diagnoses is carried out, presumes the development of a conceptual model of the diagnostic object (DO) - the diagnosed subsystems of the organism. As noted in [3-5], the use of traditional mathematical for the synthesis of RP in medicine is not entirely correct, since the methods used consider the DO model as a "black box" and do not take into account the complexity and multilevel principle of interaction of the subsystems of the organism. In addition, the methods to be used are critical to the scope of the training sample and have limitations on the dimensionality of DOs in their practical implementation. To solve this problem, in the framework of this study, the development of a conceptual model of a diagnostic object based on the space of features and components of biochemical blood analysis (BBA) projecting onto the diagnosis system is proposed.

The purpose of the article is to develop a conceptual model of DO, which takes into account the multi-level hierarchical principle of interaction of the subsystems of the organism with each other and is based on the use of BBA components.

Objectives of the study:

- formalization of the process of medical diagnosis based on the development of a conceptual model DO, taking into account the diagnostic features and components of the BBA;
- creation of a decision support scheme in medical diagnostic systems;
- development of an algorithm for diagnosis based on the diagnostic weight of the symptom;
- testing of the conceptual model of the diagnostic object and the algorithm for diagnosing liver diseases;
- designing a database for a medical diagnosis on the basis of diagnostic symptoms and components of BBA.

Development of a conceptual model of diagnostic object.

In a formalized form, the diagnosis of a patient using a computer system is reduced to the task of determining whether the current state of the organism or its individual subsystem belongs to one of the formalized states from the set of diagnoses $\{Di\}$. At the same time, the system of diagnostic features X_i adopted in medical practice is analyzed, which, to some extent, reflects the current j -th state of the i -th subsystem of the organism S_{ij} .

In the framework of this study, a conceptual model of OD is proposed, which is based not only on diagnostic features, but on the results of laboratory and clinical diagnostics. To confirm the diagnosis, the results of BBA were used [6]. Thus, the internal states S_{ij} of the different levels of the hierarchy are projected onto the X_i feature space and the components of the biochemical blood analysis of the Y_i , and on the other

hand, the S_{ij} are projected onto the diagnosis system $\{D_i\}$, while the diagnostic task is to determine the dependence $X_i \rightarrow \{D_j\}$, as shown in Figure 1.

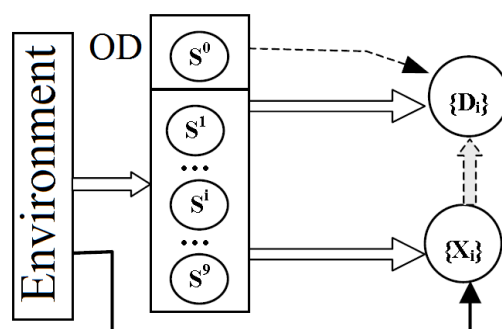


Fig. 1. Scheme of state relations - symptoms - primary diagnoses - components of the BAK - clinical diagnosis

Let us consider the features of the conceptual model of OD and the nature of the state connections - symptoms - diagnoses.

In Fig. 1, the OD display is indicated with the figure arrows (the state of the level subsystems 1 - 9) on the diagnosis space and the symptoms space. It should be noted that some formalized diagnosis states may correspond to the disturbance of homeostasis at several levels of interaction, and even a reliable diagnosis does not always reflect the cause of such disturbance [7]. Based on the diagnostic features, a list of preliminary diagnoses is formed. Further, a list of these preliminary diagnoses forms a number of components BBA, based on the results of which a list of clinical (specifying) diagnoses is formed.

When setting a clinical diagnosis, classes of preliminary diagnoses of different levels of detail and classes of final diagnosis should be distinguished. The classification quality indicators depend on the location of the scattering ellipsoids of objects belonging to the specified classes. Taking into account the features of OD mentioned above, it can be stated that the scattering ellipsoids of the classes of the final diagnosis have a more thin structure consisting of subsets of internal states of the subsystems with different levels of interaction, as shown in Fig. 2.

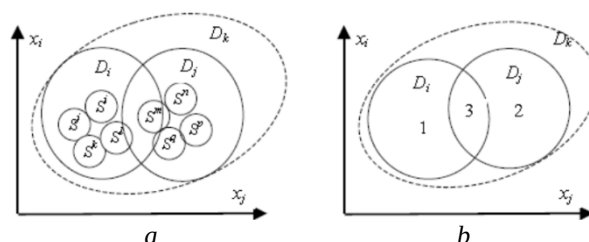


Fig. 2. Illustration of the arrangement of scattering ellipsoids classes in the space of symptoms

Fig. 2, (a) illustrates the hierarchy of internal states of subsystems and diagnoses of different levels of interaction. Diagnoses of one level (D_i and D_j) are included in the cluster of diagnosis of a higher level of D_k , and each of them includes a number of internal states, and some states can simultaneously be included in several diagnoses, which lead to the intersection of scattering ellipsoids. In the case of intersecting scattering ellipsoids, in each ellipsoid, it is possible to conditionally select the region of the reliable solution and the region of the unreliable solution. In Fig. 2b, the regions of the reliable solution for the states D_i and D_j are identified by numbers 1 and 2 respectively, and by number 3 - the region of the unreliable decision. Different RP variants minimize region 3 by different criteria (mean risk, mini-max, maxi-min, etc. [8-9]).

Decision making in medical diagnostic systems.

The structural diagram of the information support system of the decision-maker (DM) on the basis of the proposed conceptual model of OD is shown in Fig. 3.

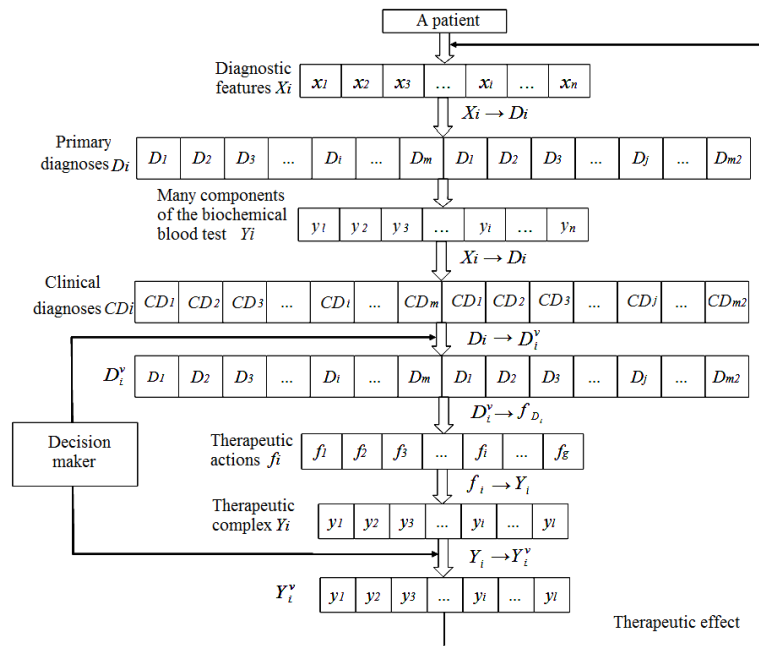


Fig. 3. Informational support of DM

At the first stage, a set of diagnostic symptoms X_1 (of a syndrome) is received and processed, after which a detailed diagnosis (transformation $X_i \rightarrow D_i$) is performed. This diagram depicts a system with the verification of intermediate data, while the DM confirms or corrects the obtained results (transformations $D_i \rightarrow D_i^v$ and $Y_i \rightarrow Y_i^v$).

Development of an algorithm for diagnosis considering the diagnostic weight of the symptoms.

To determine the value of the obtained results of a patient's examination on the basis of an analysis of simple independent diagnostic symptoms, it is reasonable to use the basic provisions of information theory [10], one of which is the estimation of the amount of information.

Suppose that there is some system of diagnoses D , which consists of n diseases. Based on statistical information and based on medical data, even before the examination of the patient, it is possible to calculate the a priori probabilities of the occurrence of a disease $P(D_i)$. In fact, such a probability will reflect the frequency of occurrence of each diagnosis in the sample being processed [11].

The diagnostic value of a simple symptoms that takes one of two possible values is determined by the formula (1):

$$Z_{D_i}(k_j) = \log_2 \frac{P(k_j/D_i)}{P(k_j)} \quad (1)$$

where $Z_{D_i}(k_j)$ is the diagnostic weight of symptom k_j for disease D_i ; $P(k_j/D_i)$ - frequency of occurrence or a priori probability of presence of a symptoms during an illness D_i ; $P(k_j)$ - frequency of occurrence or a priori probability of presence of a sign in all system of possible diagnoses D .

The value of $P(k_j/D_i)$ is calculated as the ratio of the number of patients who have k_j symptom in D_i disease, to the total number of patients with the disease being considered (2):

$$P\left(\frac{k_j}{D_i}\right) = \frac{\sum_{k_j=1}^{k_j(D_i)} k_j(D_i)}{\sum_{D_i=1}^{D_i} D_i} \quad (2)$$

On the basis of (1) it can be concluded that for the same value of the probability of the symptom presence for a particular disease and for the whole system of diagnoses, the diagnostic weight of the sign equals zero and the symptom itself does not bear any information.

The diagnostic weight of the absence of a simple symptom is determined using the expression obtained from formula (1) by introducing inverse probabilities (3):

$$Z_{D_i}(\bar{k}_j) = \log_2 \frac{1-P(k_j/D_i)}{1-P(k_j)} \quad (3)$$

It should be taken into account that the diagnostic weight of the symptom can be either positive or negative value, that is, how to reduce and increase the probability of one or another diagnosis.

The total diagnostic weight of a simple symptom for disease D_i considers for both the presence and absence of a symptoms, and can be calculated by expression (4):

$$Z_{D_i}(k_j) = P(k_j/D_i) * \log_2 \frac{P(k_j/D_i)}{P(k_j)} + [1 - P(k_j/D_i)] * \log_2 \frac{1 - P(k_j/D_i)}{1 - P(k_j)} \quad (4)$$

Diagnostic value of a simple symptom for a disease system (5):

$$Z_D(k_j) = \sum_{i=1}^n P(D_i) * Z_{D_i}(k_j) \quad (5)$$

The conditional probabilities of the presence of symptoms (intervals) for each of the diagnoses D_i are calculated and the condition is checked (6):

$$Z_D\left(\frac{K_{JS}}{D_i}\right) \times P(D_i) \geq R_i \times P(K_{JS}), \quad (6)$$

where r_1 – weight coefficient, which is selected from the range (0,85 – 0,95).

When condition (6) is fulfilled, the presence of deterministic connection is fixed (the diagnosis D_i is completely determined by the symptom (interval) k_{js}), and the marked data (diagnosis and symptom) is excluded from the database in order to reduce the amount of further calculations.

Next, the diagnostic value of the signs for the diagnosis system is calculated by (5) and the symptoms are ranked in a descending order.

The total amount of information that is entered the system is calculated by (7):

$$H(Z_{\sum D_i}) = \sum_i Z_D(k_i) \quad (7)$$

where $Z_D(k_i)$ is calculated by the expression (5).

The following condition is checked (8):

$$H(Z_{\sum D_i}) \geq r_2 * H(D) \quad (8)$$

where r_2 – weight coefficient, which is selected from the range (0,6 – 0,8).

If the condition (8) is not fulfilled, it is considered that the existing system of diagnostic symptoms in this training sample does not provide enough information to establish a reliable diagnosis, which leads to a rejection of further processing with the issuance of a corresponding conclusion. If condition (8) is satisfied for the whole group of symptoms, then the group begins to decrease by discarding little informative symptoms in the ordered series while condition (8) is satisfied.

An application of the proposed model and algorithm on the diagnosis of a liver failure.

A set of liver diseases was selected for the approbation and realization of the experimental study that is proposed by the conceptual model OD. Such choice is reasoned by the fact that today there are about 200 million of people in the world who suffer of liver diseases which is included into a top ten of frequently observed death causes. A more often cases of liver failure are due to viruses and toxic chemicals. The most popular outcome of chronic liver pathologies is cirrhosis [12].

A set of liver diseases D_i includes hepatitis (viral, drug, toxic, ischemic); cirrhosis (alcoholic, biliary, postnecrotic, with hemochromatosis, rare types); Neoplasms of the liver (hepatic cell carcinoma, metastases to the liver, cysts, abscess); Infiltrative lesions of the liver (amyloidosis, glycogenoses, fatty liver, lymphomas, granulomatosis); Functional disorders with jaundice (Gilbert syndrome, pregnant cholestasis, Kriegler-Nayyar syndrome, Dubin-Johnson syndrome); Lesions of intrahepatic bile ducts (occlusion of the bile duct, inflammation of the bile duct); Cardiovascular pathology (congestive liver with heart failure and cardiac cirrhosis, thrombosis of the hepatic veins, arteriovenous fistula).

A set of diagnostic symptoms X_i of a liver disease D_i include: sensation of a crowded abdomen; low levels of working capacity; pain in the right hypochondrium (under ribs) after an alcohol consumption, disturbance of a diet or lifting heavy weights; people quickly gorge; periodic insignificant increase in temperature; bleeding of teeth when cleaning them; periodic nasal bleeding [13].

For the diagnosis of the certain groups of liver diseases BBA is enough. Further, for an example, BBA components were described for the diagnostic search of liver cirrhosis.

During BBA in a step of compensation, insignificant amount of deviations are identified in functional samples of a liver Y_i : hyperproteinemia, a slight increase in bilirubin. In a step of decompensation - expressed disproteinemia, a decrease in the content of protomine and cholestierine, an increase in bilirubin, a moderate increase of aminotransferases activity. Immunological disorders expressed insignificantly. In some patients, the IgA content is clearly increased.

The data of the third stage of diagnostic results search of clinic and biochemical blood analysis reveal symptoms of expressed liver cytolysis and functional insufficiency of hepatocytes: a significant increase in bilirubin levels, a 5-10-fold increase in aminotransferases level, lactate dehydrogenase (LDH or LD) and its 4-5-th fractions, a decrease in amount of cholestierine and prothrombine, dysproteinemia (a sharp increase in

the number of γ -globulins and a significant decrease in albumins, a change in sediment samples, especially thymolone). A clinical blood test reveals enlargement of erythrocyte sedimentation rate (ESR), a «shift» to the left in the leukocyte formula, there is usually no leukocytosis, hypersplenism is less common, compared to shallow cirrhosis of liver.

In primary biliary cirrhosis, the change in immunological indicators is regularly detected: an increase in IgG and IgM titer (more IgM), severe hyper- γ -globulinemia, increased ESR. Very specific for primary biliary cirrhosis is the appearance of antimitochondrial antibodies in high titre.

For the realization of the proposed conceptual model OD, an application was developed in a sphere of Visual Studio 2014. A variety of diagnosis, symptoms, BBA components etc. are collected and stored in a database, designed in MS SQL Server 2014. The architecture of the information system is analogous to [14,15]. Structure of databases is provided in figure 4.

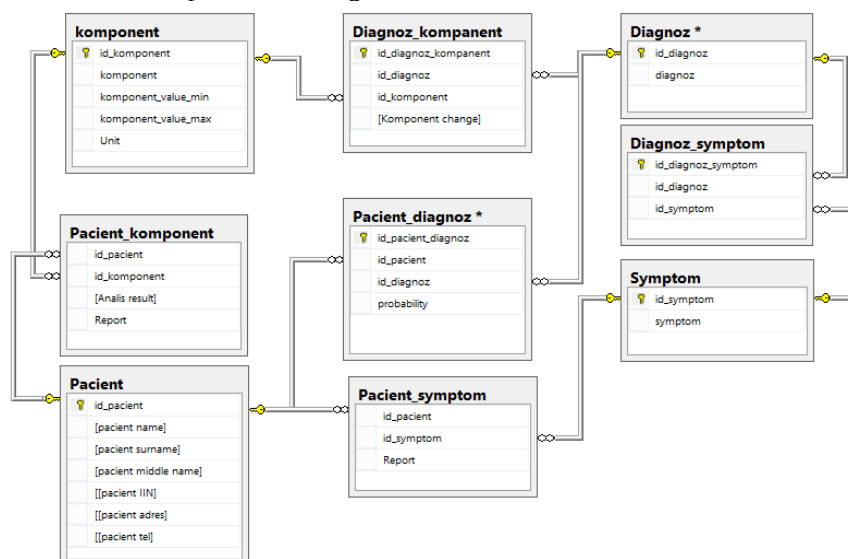


Fig. 4. Database for a medical diagnosis on the basis of diagnostic symptoms and components of BBA

Conclusions

A conceptual model of DO has been developed, which takes into account the multilevel hierarchical principle of interaction of the subsystems of an organism with each other, the diagnostic features and components of the BBA. Within the framework of this study, the process of setting a medical diagnosis was formalized on the basis of the development of a conceptual model of DO, taking into account the diagnostic features and components of the BBA; A decision support scheme was developed in medical diagnostic systems; the algorithm of diagnosing is developed taking into account the diagnostic weight of the symptom; the results of approbation of the conceptual model of the diagnostic object and the algorithm for diagnosing liver diseases were described.

REFERENCES

- [1] Baura G. D. System Theory in Medical Diagnostic Devices: An Overview // 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. - New York, 2006. - P. 137-139.
- [2] Segmen E., Uyar A. Performance analysis of classification models for medical diagnostic decision support systems // 2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). - Haspolat, 2013. - P. 1-4.
- [3] Nilton V. Carvalho, Solange O. Rezende, Heloisa A. Camargo, Tatiane M. Nogueira. Flexible document organization by mixing fuzzy and possibilistic clustering algorithms // Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE) 2016 IEEE International Conference on. - Vancouver, 2016. - P. 790-797.
- [4] Musen M., Shahar Y., Shortliffe E., Shortliffe E., Cimino J. Clinical decision support systems in Biomedical Informatics // Computer applications in health care and biomedicine.- New York, 2006. - P. 698-736.
- [5] Eta S. Berner, Tonya J. La Lande. Overview of Clinical Decision Support Systems // Clinical Decision Support Systems. Part of the series Health Informatic. - Philadelphia, 2016. - P. 1-17.
- [6] Uvaliyeva I.M., Belginova S.A.. Algorithmic support of anthropometric system evaluation of physical development of children // International Scientific and Technical Conference Artificial Intelligence and Intelligent Systems (AIIS'2016). - Kyiev, 2016. - P. 67-74.
- [7] Androuchko V., Kelly C. Intelligent medical diagnostic system // HEALTHCOM 2006 8th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services. - Lisbon, 2006. - P.196-197.

- [8] Kylyshkanov M.K., Uvaliyeva I.M., Belginova S.A. Informational and analytical system of the biochemical analysis. International scientific conference // Applied Mathematics and Informatics dedicated to the 25th anniversary of the Institute of Information and computational technologies. - Almaty. 2016. – P. 8-19.
- [9] Sivasankar E., Rajesh R., Knowledge discovery in medical datasets using a Fuzzy Logic rule based classifier // International Conference on Electronic Computer Technology (ICECT). - Kuala Lumpur, 2010. - P. 208-213.
- [10] Uvalieva I., R.Chettykbayev, A. Utegenova, S.Toibayeva. Mathematical basis and information system software for educational institutions ranking // International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT 2015). – Rostov-on-Don, 2015. – pp. 508-519.
- [11] Kwiatkowska M., McMillan L., A semiotic approach to data in medical decision making, // IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ). - Barcelona, 2010. - P. 1-8.
- [12] Z.Poonja, A.Brisebois, S.Veldhuyzen van Zanten. Patients With Cirrhosis and Denied Liver Transplants Rarely Receive Adequate Palliative Care or Appropriate Management // Clinical Gastroenterology and Hepatology, Vol. 12, Issue 4, April 2014. – P. 692–698.
- [13] Zheng Zhang, Fu-Sheng Wang and etc. Stem cell therapies for liver failure and cirrhosis // Journal of Hepatology, Vol. 59, Issue 1, July 2013. – P. 183–185.
- [14] Uvalieva I., Garifullina Z., Soltan G., Kumargazhanova S. Distributed information-analytical system of educational statistics // 6th International Conference on Modelling, Simulation and Applied Optimization. – Istanbul, 2015. – P. 1-6.
- [15] Uvalieva I., Z. Garifullina, A.Utegenova, S. Toibayeva, B. Issin. Development of intelligent system to support management decision-making in education // 6th International Conference on Modelling, Simulation and Applied Optimization. – Istanbul, 2015. – P. 1-7.

Увалиева И.М., Бельгинова С.А.

Медициналық диагноз қою жүйелерінде диагностикалау нысанының тұжырымдамалық үлгісін құру

Түйіндеме. Компьютерлік диагностиканы синтездеуге адам денесінің ішжүйелерін диагностикалау нысанының тұжырымдамалық моделі ұсынылған. Бұл модель диагностикалық белгілері мен биохимиялық қан компоненттерін талдауға негізделген. Диагностикалау нысанының тұжырымдамалық моделі негізінде шешім қабылдайтын тұлғаны ақпараттық қолдауға бағытталған ақпараттық жүйенің құрылымы ұсынылған. Пациентті тексеру нәтижесінде алынған қорытындылардың құндылығын анықтау мақсатында тәуелсіз диагностикалық белгілерді талдау негізінде олардың ақпараттық құндылығын есептейтін ақпараттың санын бағалау әдісі ұсынылған. Анықталған диагностикалық құндылықтар мәні кему реті бойынша сұрыпталады. Берілген зерттеу негізінде диагностикалық құндылықтарды ескеретін диагноз қою алгоритмі құрылған. Ұсынылған диагностикалау нысанының тұжырымдамалық моделі мен диагноз қою алгоритмі бауыр ауруларын диагностикалау бойынша сынақтан өткізілді. Диагностикалау нысанының тұжырымдамалық моделі негізінде деректер базасы жобаланды.

Түйін сөздер: медициналық диагностика, диагноз, диагностикалық белгілер, диагностикау нысаны, диагноз қою алгоритмі, диагностикалық симптом, клиникалық диагноз.

Увалиева И.М., Бельгинова С.А.

Разработка концептуальной модели объекта диагностики в системах постановки медицинского диагноза

Резюме. Для синтеза компьютерного диагноза приводится концептуальная модель объекта диагностики подсистем организма человека, которая основана на диагностических симптомах и компонентах биохимического анализа крови. Предложена структура информационной поддержки лица принимающего решения на основе предложенной концептуальной модели объекта диагностики. Для определения ценности полученных результатов обследования пациента на основе анализа независимых диагностических признаков предложено использование оценки количества информации, которая вычисляет диагностическую ценность признака. Выявленные диагностические ценности признаков для системы диагнозов далее ранжируются по убыванию. В рамках исследования был разработан алгоритм постановки диагноза с учетом диагностической ценности признаков. Предложенная концептуальная модель объекта диагностики и алгоритм постановки диагноза апробированы на диагностировании заболеваний печени. Спроектирована база данных диагностирования на основе концептуальной модели объекта диагностики.

Ключевые слова: медицинская диагностика, диагноз, диагностический признак, объект диагностики, алгоритм постановки диагноза, диагностический симптом, клинический диагноз.

УДК 004.9 (043)

Д.М. Ескендинова, Ф. Тойлыбекқызы

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
<mailto:farizka.27@gmail.com>)

ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

Аннотация. Задачи оптимального планирования на транспорте охватывают сферу оперативного и стратегического управления транспортным предприятием. Постановка зависит от вида транспорта и сферы принятия решения (маршрутизация, загрузка, экономическое планирование, управление запасами, распределение потоков). Задачи ставятся для отдельных видов транспорта, мультимодальных перевозок, транспортных узлов, складских комплексов, предприятий транспортной инфраструктуры.

Решение задач оптимального планирования может производиться сведением их к одной из классических задач оптимизации, для которой существуют эффективные численные методы или разработкой специальных методов и алгоритмов учитывающих специфику задачи

Ключевые слова: транспорт, оптимальное планирование, задача коммивояжера, оптимизация, маршрут.

В современном мире транспорт является одним из ключевых факторов экономически эффективного функционирования промышленной отрасли. С точки зрения системного подхода - транспорт представляет сложную адаптивную экономическую систему, состоящую из взаимосвязанных в едином процессе транспортного логистического обслуживания региональных материальных и людских потоков.

Транспортная логистика, как отдельная составляющая, предназначена для управления материальными потоками транспортировки продукции на транспортных участках. С помощью транспортной логистики решаются такие важные вопросы, как: создание транспортных систем, обеспечение технологического единства работы транспорта и склада, а так же определение рационального маршрута доставки продукции. Так как транспортная логистика не имеет четких границ, она может применяться при любых типах и видах перевозок.

Наиболее актуальной становится задача ускорения транспортировки продукции между производителем и потребителем. С целью минимизации затрат на транспортировку и оптимизации транспортных потоков доставки продукции на предприятии создаются логистические отделы, которые занимаются планированием и разработкой оптимальных маршрутов и рациональным распределением ресурсов в логистической цепи.

Актуальность темы заключается в том, что транспортная логистика на данный момент занимает важнейшее место в обеспечении практически всех сфер деятельности экономики и общества. Таким образом, повышение эффективности функционирования и оптимизации транспортных потоков является необходимым условием развития и совершенствования экономики и качества жизни населения.

Спрос на новые методы оптимального планирования и специальное программное обеспечение сформирован большим количеством самостоятельно действующих на рынке транспортно-логистических компаний и экспедиторских фирм.

Предполагается, что перевозки осуществляются несколькими видами транспорта, причем каждый включает несколько видов транспортных средств. Задача планирования решается в предположении фиксированного спроса на перевозки и линейной структуры функции затрат на каждом маршруте.

Обзор задач оптимизации.

В настоящий момент существует много постановок задач математического программирования [1,2]. Важным моментом является то, что задача оптимального планирования на транспорте может быть сформулирована в виде той или иной задачи оптимизации (а иногда и нескольких задач) в зависимости от того, что является критерием оптимальности конкретной задачи и что должен представлять собой результат. В свою очередь, математическая формулировка задачи влияет на выбор метода решения. Рассмотрим основные постановки транспортно ориентированных задач оптимизации существующие в настоящее время, определим сходство и различия с представленной задачей и положение ее в существующей классификации задач оптимизации.

Классическая *транспортная задача* является задачей линейного программирования.

Постановка классической транспортной задачи [1,13] представляет собой распределение товаров от n поставщиков m потребителям с учетом известной стоимости транспортировки от конкретно-

го потребителя конкретному поставщику и ограничениями по соответствию спроса и предложения. Осуществляется составление плана поставок.

Решение данной задачи представляет собой некоторый план *распределения* продуктов, те модель обеспечивает прикрепление поставщиков к потребителям. В данной постановке рассматривается определение оптимального объема поставок. Транспортные расходы приняты как известные заранее величины. Оптимизация их (например, нахождение выгодного маршрута перевозки) не производится.

В задаче суточного оперативного планирования оптимизируется распределение n поставщиков с известными размерами грузовых партий на группы и упорядочивания их в составе групп, для достижения минимума затрат с учетом стоимости транспортировки груза 1-м транспортным средством на 1 км и известным расстоянием между каждой парой поставщиков. Осуществляется маршрутная оптимизация (составление плана перевозки, как упорядоченного объезда) и комплектация загрузки конкретного транспортного средства.

Поскольку в первом случае определяется количество груза в зависимости от транспортных расходов и баланса спроса и предложения, а во втором определяются транспортные расходы в зависимости от соотношения расстояния, стоимости транспортировки и грузоместимости, задача оперативного планирования не может быть сведена к классической транспортной задаче путем преобразований.

В технологическом плане предложенная задача стоит после классической транспортной. Сначала на основе заявок составляется план поставок (т.е. решается транспортная задача, причем стоимости доставки определяются запланированными транспортными расходами для каждой продукции), а затем осуществляется суточное оперативное планирование (составляется план перевозок, по которому осуществляются погрузо-разгрузочные операции и собственно транспортировка).

Модель с промежуточными пунктами [3]. В данной постановке между поставщиками и потребителями существуют несколько промежуточных пунктов, через которые может транспортироваться груз. Стоимость перевозки между конкретным поставщиком и промежуточным пунктом или между промежуточным пунктом и потребителем равна либо определенному числу (если коммуникация существует) либо бесконечности (если коммуникации нет). Принимая расстояние от поставщика до потребителя, как сумму расстояний от поставщика до промежуточного пункта и от промежуточного пункта до потребителя, получается транспортная задача.

Данная модель имеет элементы маршрутной оптимизации, однако более применима к планированию распределительной сети с транзитными пунктами, чем для непосредственной организации перевозок.

Модель выбора кратчайшего пути [3]. Задана сеть, каждой дуге которой соответствует некоторое расстояние. Дуги ориентированы, т.е. заданы направления дуг. Требуется найти кратчайший путь в заданный узел из любого другого узла сети. Узел, из которого необходимо найти путь принимается *источником*, а конечный узел *стоком*. Принимая все остальные узлы сети промежуточными, задача сводится к *модели с промежуточными пунктами*, при том, что количество перемещаемого груза определено и на составление маршрута влияния не оказывает.

Данная модель применима к *задачам маршрутной оптимизации*, но также не является аналогом поставленной задачи оперативного планирования. Отличительными признаками являются: сеть из множества узлов, некоторые пары которых соединены ориентированными дугами (т.е. с заданным направлением). Причем иногда пара узлов может соединяться двумя дугами противоположного направления и разной стоимости.

Легко заметить, что наличие ориентированных коммуникаций существенно ограничивает возможность построения оптимального маршрута при решении задачи суточного планирования перевозок. Кроме того, *модель выбора кратчайшего пути* не предусматривает включение в решение всех узлов сети, что является весьма важным отличительным признаком. Это условие вводится в *задаче о коммивояжере*, являющейся частным случаем данной модели.

Задача коммивояжера. Вытекает из *модели выбора кратчайшего пути*. Торговый агент (коммивояжер) должен посетить ряд городов, выехав из города, где он живет, и вернувшись в него же. Стратегия маркетинга заключается в широком охвате большого количества городов, поэтому в целях экономии усилий, в каждом городе коммивояжер должен побывать лишь раз. Расстояние между каждой парой городов / и у равно с..., необходимо найти кратчайший маршрут коммивояжера.

Источник и сток в данной задаче совпадают. Необходимо найти кратчайший путь, пролегающий через все узлы.

Математическая формулировка похожа на *модель назначений* с добавлением одного условия: решение должно содержать только один цикл. Этим ограничением описывает начало и конец марш-

рута в одном узле и посещение каждого из узлов лишь однажды. Данное условие характеризует экономическую стратегию задачи. Задача коммивояжера (ЗК) также относится к комбинаторным задачам, поскольку в ней неизвестные переменные должны быть целочисленными. В последствии ЗК получила широкое развитие, образовав целый класс задач различающихся постановками [1].

Данные постановки применяются при планировании и управлении перевозками, в которых объемы по отдельным отправкам меньше грузоподъемности транспортных средств выполняющих эти перевозки. Таким образом, *задачи коммивояжера* можно отнести к задачам маршрутизации мелко-партионных перевозок.

Теперь рассмотрим основные методы решения задач по оптимизации.

Эвристические алгоритмы. Именно сложность разработки точных методов решения NP-сложных задач послужила толчком к разработке эвристических (приближенных) алгоритмов решения задач маршрутизации в вышеописанных постановках. Основное преимущество эвристических алгоритмов - получение качественного (близкого к оптимальному) решения за короткое время.

При разработке приближенных алгоритмов для решения задач доставки грузов используют один из двух принципов:

1) Сначала маршрут потом разделение (Решается *задача коммивояжера* и находится кратчайший маршрут для всех получателей, который затем разбивается на рейсы в соответствии с характеристиками парка ТС и ограничениями задачи).

2) Сначала разделение потом маршрут (Множество получателей разбивается на подмножества закрепляемые за конкретными ТС, затем для каждого подмножества решается *задача коммивояжера* меньшей размерности).

Большинство эвристических методов решения являются многошаговыми и основываются на следующих идеях:

1) Установление и использование различных приоритетных правил, определяющих порядок включения очередных дуг сети в маршрут.

2) Направленное изменение матрицы расстояний задачи с целью учета информации о дугах соседних с включаемой в маршрут на каждом шаге.

3) Последовательная многократная прогонка какого-либо метода для различных начальных точек маршрута и выборе наилучшего из получающихся маршрутов.

4) Сочетание трех выше перечисленных методов с различного рода процедурами, улучшающими полученное решение.

Алгоритмы различаются методами разбиения и методами построения маршрута и для решения задач маршрутизации в различных постановках разработано большое количество эвристических алгоритмов [1,4].

Метод декомпозиции. Для решения задачи коммивояжера больших размерностей (для количества пунктов от 40 до 1000) в [5,6] предложена следующая система.

Первоначальная задача коммивояжера большой размерности разбивается на ряд подзадач коммивояжера путем разбиения множества пунктов на группы. Предложено несколько способов группирования [7,8].

Затем решаются полученные задачи коммивояжера, после чего на основе их решений синтезируется решение исходной задачи большой размерности. Предложен алгоритм синхронизации решений малых подзадач.

Для решения малых подзадач исходно предлагался алгоритм, основанный на методе ветвей и границ. В последствии предложена система, включающая предварительное решение задач эвристическим методом и использование результатов в качестве оценок для решения задачи точным методом.

Перспективным направлением является развитие композитных алгоритмов, сочетающих в себе черты нескольких методов или новые процедуры сортировки и отбрасывания множества перебираемых решений или комбинированные алгоритмы, использующие при построении маршрута и точные и эвристические методы. Целями являются увеличение размерности решаемых задач, сокращение времени и объема вычислений, повышение качества получаемого решения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Беленький А.С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования. - М.: Мир, 1992..
- [2] Беленький А.С., Ильенкова Н.Д., Левнер Е.В., Резер С.М., Тимковский В.Г., Цуркан В.М. Применение методов теории расписаний при оптимизации загрузки контейнеров. / Динамика неоднородных систем. Материалы семинара. ВНИИСИ - М., 1983. - С. 71-77..
- [3] Вагнер Г. Основы исследования операций. Т. 1,2,3, - М.: Мир, 1973
- [4] Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и трудно решаемые задачи - М.: Мир, 1982.
- [5] Сигал И.Х. Задача коммивояжера большой размерности. - М.: ВЦ АН СССР, 1986.
- [6] Сигал И.Х. Комбинированные алгоритмы решения задачи коммивояжера. -М.: ВЦ АН СССР, 1985.
- [7] Сигал И.Х. Алгоритмы и диалоговая система для решения задачи коммивояжера большой размерности на плоскости. - М.: ВЦ АН СССР, 1988.
- [8] Сигал И.Х., Соломатин А.Н., Владимирова Н.Ю. Система для решения задачи коммивояжера большой размерности на персональных ЭВМ. - М.: ВЦ РАН, 1994.

Ескендірова Д.М., Тойлыбекқызы Ф.

Жүк жеткізудің оңтайлы жоспарлау үшін әдістемелерді шолу

Түйіндеме. Көлік міндеттемені жедел және стратегиялық басқару саласындағы қамтитын тапсырмалар оңтайлы болып табылады. Көлік түріне және шешіміне қарай (маршруттау, жүк тиеу, экономикалық жоспарлау, қорларды басқару, ағындарын бөлу) көлеміне байланысты мәселенің тұжырымы анықталады. Міндеттемелер жеке көліктің түріне байланысты, мультимодальды көлік, көлік тораптарын, қоймалар, компаниялардың көлік инфрақұрылымға қатысты режимдері белгіленеді.

Оңтайлы жоспарлау міндеттерді шешу үшін тиімді сандық әдістер немесе арнайы әдістерді мен алгоритмдерін әзірлеу барысында мәселенің ерекшеліктерін қабылдауға, олардың ары қарай классикалық оңтайландыру мақсатына жасалуы мүмкін

Түйінді сөздер: көлік, оңтайлы жоспарлау, сатушы мәселені саяхат, оңтайландыру, маршрут.

Ескендірова Д.М., Toilybekkyzy F.

Review of the methods of solving the problems of optimizing the optimum planning of the delivery of goods

Summary. The tasks of optimal planning in transport cover the sphere of operational and strategic management of the transport enterprise. The setting depends on the mode of transport and the decision-making sphere (routing, loading, economic planning, inventory management, distribution of flows). The tasks are set for individual modes of transport, multimodal transport, transport hubs, warehouse complexes, transport infrastructure enterprises.

The solution of optimal planning problems can be done by reducing them to one of the classical optimization problems for which there are effective numerical methods or the development of special methods and algorithms that take into account the specific nature of the problem

Keywords: transport, optimal planning, traveling salesman problem, optimization, route.

УДК 621.7.073

Б. Сапаров

(Казахский национальный университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, bilim.08@mail.ru)

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШТАМПОВ

Аннотация. С каждым годом появляются новые модели машин, самолетов, поездов, трамваев, автобусов и т.д., и соответственно растет возвышенные требования к их качеству. Требования, которые предъявляют к характеристикам продукции глобальный международный рынок, производителям следует удовлетворять в максимальной степени. В условиях жесткой конкуренции качество продукции должно расти опережающими темпами, а это возможно обеспечить только на основе научного анализа, со всесторонними исследованиями формирования показателей качества на всех этапах жизненного цикла изделий.

Ключевые слова: штамп, пуансон, матрица.

Повышение стойкости штампов является одной из важных задач, которые должны учитываться при их изготовлении, ремонте и эксплуатации. Оно позволяет значительно сократить потери рабочего времени на ремонт, заправку и изготовление штампов, снизить простои оборудования при смене

штампов и увеличить количество отштампованных деталей с одного штампа. На стойкость штампов влияют следующие факторы [1]:

- технологичность конструкции штампуемой детали;
- особенности технологического процесса штамповки;
- свойства штампуемого материала;
- конструкция штампа;
- материал, из которого сделаны рабочие детали штампа;
- качество изготовления штампа;
- условия эксплуатации штампа.

Стойкость рабочих частей штампов может быть повышена химико-термической обработкой их (азотированием), хромированием, наплавкой специальными электродами, наплавкой их рабочих поверхностей твердыми сплавами – сормайтотом (гибочные и вытяжные штампы) и стеллитом (вырубные и обрезающие штампы). В десятки раз повышается стойкость штампов армированием вставками из твердых сплавов [1].

От правильного выбора материала для каждого вида деталей и соответствующего режима его термической обработки зависит работоспособность, прочность и сохранение размеров рабочих частей штампов. Так, например, для изготовления вырубного штампа для холодной штамповки из листового материала необходимо, чтобы сталь, идущая на изготовление пуансонов и матриц, обладала следующими основными свойствами [2]:

а) была высокопрочной, так как в процессе работы штамп испытывает большие усилия и ударные нагрузки;

б) обладала высокой твердостью, потому что процесс резания (вырубку) можно выполнить лишь при условии, что твердость материала пуансона и матрицы штампа значительно больше твердости штампуемого материала;

в) обладала износостойкостью, так как долговечность работы вырубного штампа зависит от степени истирания его режущих кромок;

г) имела высокую вязкость, чтобы вследствие частых и сильных ударов режущие кромки не выкрашивались;

д) обладала хорошей закаливается, что обеспечивает отсутствие трещин после закалки и достаточную глубину закаленного слоя, дающую возможность неоднократно затачивать пуансон штампа и шлифовать зеркало матрицы.

Данный вырубной штамп (рисунок 1.1) используется в одном из отечественных предприятиях. Зубчик шарошки которая производится на данном штампе используется для шлифования краски кузовов вагона. Так как выше указанная предприятия специализируется на ремонте вагонов, данный зубчик шарошки требуется производить большего количества. По причине того что, зубчики быстро изнашиваются, а объем работы данного предприятия рассчитывается в месяц выпуск 100 вагонов. Поэтому на данном штампе производит зубчик шарошки в месяц от 500 до 1000 штук. Зубчик как говорилось выше используется для шлифования краски кузовов и соответственно требования к металлу этой детали это износостойкость, поэтому этот деталь изготавливают из стали 65Г. Чтобы изготовить эту деталь детали штампа делают из сталей марок У7 (пуансон, матрица), 45 (упор, втулка, прокладка), 35 (хвостовик), 3 (верхняя и нижняя плита). Постоянно изнашиваются и ломается в первую очередь рабочие детали. Износ пуансонов и матриц выражается в затуплении их режущих кромок, что устраняется переточкой рабочей части. При нормальном износе переточкой снимается слой металла, равный 0,1–0,15 мм. Поэтому штамп может выдержать 10–15 переточек до полного износа матрицы или пуансона. После полного износа рабочих деталей их полностью изготавливают по новому, расходы увеличиваются это в свою очередь экономический невыгодно. Поэтому мы предлагаем следующий вариант изготовления рабочих деталей.

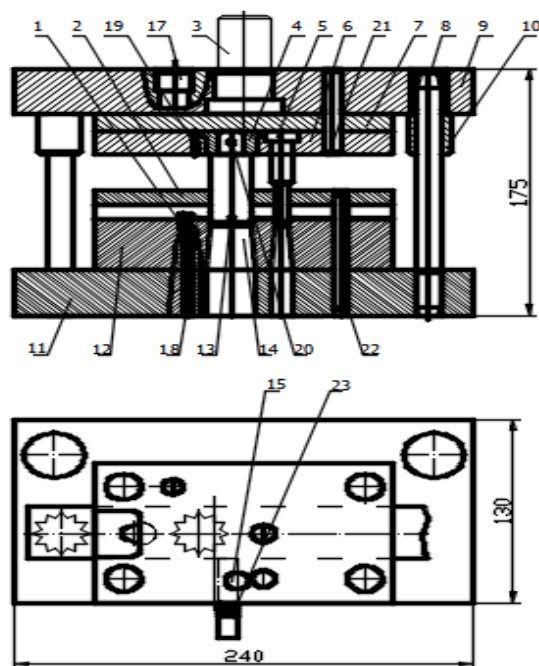


Рис. 1.1. Вырубной штамп

Сделать рабочие детали съемными, то есть не полностью изготавливать, только рабочие части. Такие пуансоны состоят из двух частей: хвостовика и рабочей части, изготавливаемой из легированной инструментальной стали У7. Бывшую в употреблении часть пуансона отжигают, высверливают и нарезают в ней отверстия для крепления рабочей части, которую подгоняют по матрице, закаляют и крепят к хвостовику. Хвостовую часть вновь закалывают. При износе рабочей части ее заменяют снова, а хвостовик остается прежний. Также матрица состоит из двух частей, основания и рабочей части. Рабочая часть съемная, она крепится с четырех сторон винтами на основание и регулируется (рисунок 1.2).

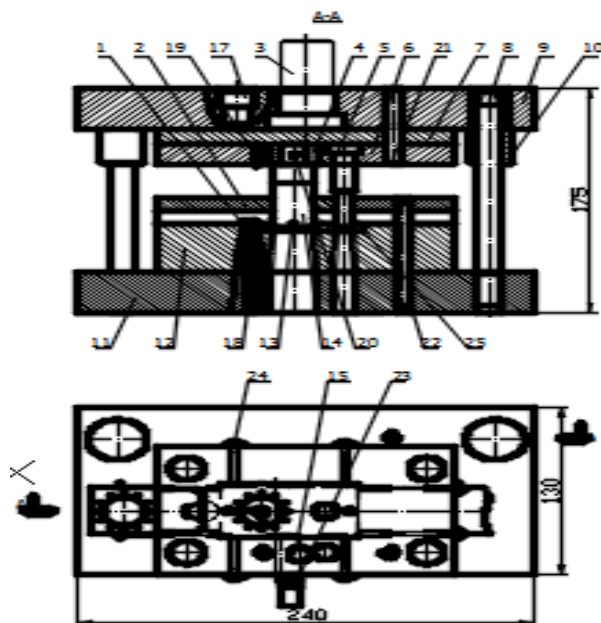


Рис. 1.2. Модернизированный вырубной штамп

1 – упор, 2 – съемник, 3 – хвостовик, 4 – втулка, 5 – пуансон, 6 – пуансонодержатель, 7 – прокладка, 8 – колонка, 9 – плита верхняя, 10 – втулка, 11 – плита нижняя, 12 – матрица, 13 – ловитель, 14 – пуансон, 15 – упор временный, 17, 18 – винты, 19, 20, 21, 22 – штифты, 23 – пружина, 24 – фиксаторы, 25 – рабочая часть матрицы

Выше описанное матрица и пуансон указаны в рисунках 1.3, 1.4.

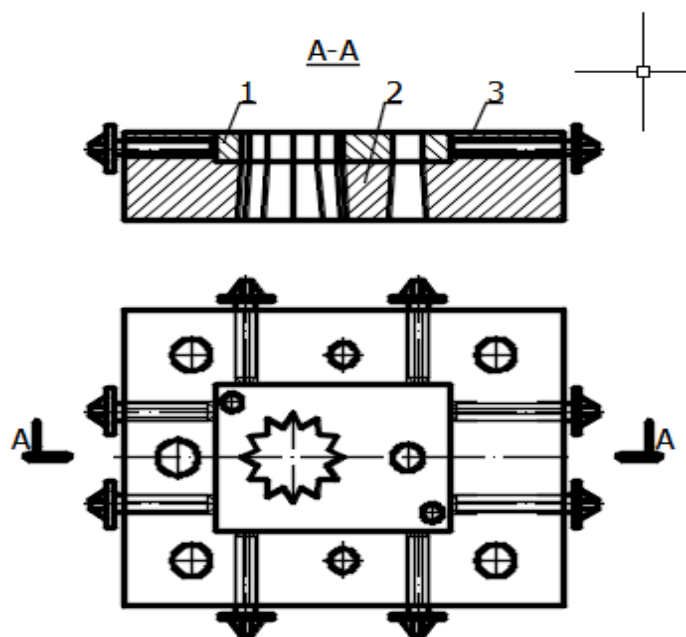


Рис. 1.3. Матрица вырубного штампа
1 – рабочая часть, 2 – основание, 3 – фиксаторы

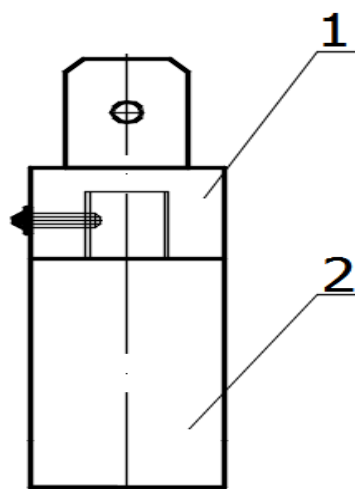


Рис. 1.4. Пуансон вырубного штампа
1 – хвостовик, 2 – рабочая часть

При вырубке (пробивке) тонких материалов ($jS < 0,2$ мм) можно рекомендовать следующие варианты штампов

- пуансон изготавливают закаленным, матрицу - сырой;
- матрица заливается вокруг пуансона, установленного в обойму матрицы, легкоплавким, например, цинковым сплавом.

Штамп позволяет производить до 5000 деталей до износа матрицы, далее следует расплавить сплав и залить снова в обойму;

- вместо направляющих скольжения используют шариковые направляющие качения, которые позволяют уменьшать трение и повысить точность направления и стойкость элементов направляющих. Зазор между колонкой 1 и втулкой 2 должен быть такой, чтобы шарики обеспечивали зазор 0,005... 0,007 мм [2].

Матрицу и пуансон выполняют из твердого сплава, что позволяет получать до 3 млн деталей. Матрицы изготавливают из легированной или высокоуглеродистой стали в виде плит с отверстиями или проемами. Основным проем матрицы соответствует конфигурации детали, другие отверстия имеют вспомогательный характер: для крепления, направления и т.д.

Кроме необходимой прочности и жесткости конструкция детали должна соответствовать и технологическим возможностям бездефектного производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Зубцов, М. Е. Листовая штамповка / М. Е. Зубцов. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.

[2] Кроха, В. А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации / В. А. Кроха. – М. : Машиностроение, 1980. – 157 с.

Сапаров Б.

Қалыптардың жұмыс істеу ұзақтығын қамтамасыз ету тәсілдері

Түйіндеме: Қалып беті үнемі үйкеліске ұшырап отырады. Беткі тегістігін жоғалтқан қалып дәлдігі төмендейді. Қалыптардың қызметін ұзартудың түрлі тәсілдері бар. Олардың ішінде: қалып конструкциясын өзгерту, материалын өзгерту сияқты және де беткі қабатын жабу.

Түйін сөздер: қалып, ұяқалып, сотан.

Saparov B.

Method of ensuring durability of stamps

Summary. Every year there are new models of cars, planes, trains, trams, buses, etc., and respectively grows sublime requirements to their quality. Producers should satisfy requirements which show the global international market to characteristics of production in the maximum degree. In the conditions of fierce competition quality of production has to grow at the advancing rates, and it is possible to provide it only on the basis of the scientific analysis, with comprehensive investigations of formation of indicators of quality at all stages of life cycle of products.

Keywords: stamp, punch, matrix.

ӘӘЖ 004.4

С. Нуралықызы, Ф.С. Шазінда

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы
farabishazinda@gmail.com)

МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫЛАРҒА АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

Аңдатпа. Мобильді операциялық жүйе (мобильді ОЖ) – смартфондарға, планшеттерге, коммуникаторларға және басқа да мобильді құрылғыларға арналған операциялық жүйе. Мобильді операциялық жүйесінің функцияналдығын біріктіру – дербес компьютерге арналған ОЖ функциясымен мобильді және қалталы құрылғылар: сенсорлі экран, ұялы байланыс, Bluetooth, Wi-Fi, GPS-навигация, камера, бейне камера, сөздерді тану, диктофон, музыкалық плеер, NFC және инфрақызылды қашықтықтан басқару.

Қазіргі мобильді телефондар ақылды болып келе жатыр. Смартфон деп аталуы бекер емес (smart phone – ағылшын тілінен аударғанда ақылды телефон). Смартфон – бір мезгілде бірнеше қосымшалармен жұмыс істеуге мүмкіндік беретін қуатты операциялық жүйесі жабдықталған мобильді құрылғы. Басқаша айтқанда, смартфон – компьютердің аналогы болып табылады. Ол компьютерде орындалатын іс-әрекеттердің көбісін орындай алады. Бірақ әлдеқайда кіші масштабта орындайды. Бағдарламашылар мобильді ОЖ мүмкіндігін дербес компьютерлерге арналған ОЖ мүмкіндігіне жеткізуге жұмыс жасауда.

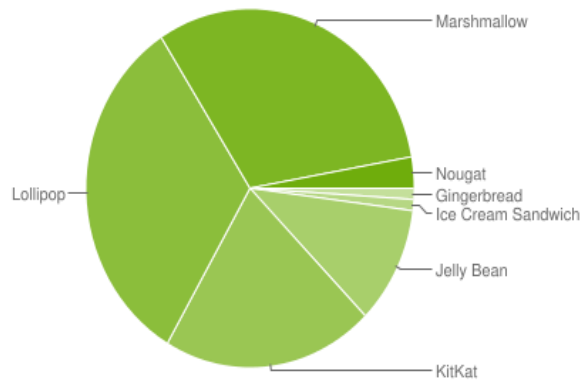
Мобильді құрылғыларға арналған операциялық жүйелер әр түрлі болып табылады. Нарықтың 92% пайызын Google компаниясының Android және Apple компаниясының iOS операциялық жүйелеріне тиесілі, ал қалған операциялық жүйелерге 8% ғана тиесілі.

Кілттік сөздер. Операциялық жүйелер, ақпараттық жүйелер, смартфондар, ақпараттық жүйе функциялары, мобильді құрылғылар.

Android – операциялық жүйесі смартфондарда, планшеттерде, электронды кітаптарда, сандық ойнатқыштарда, «ақылды» қол сағаттарда, ойын приставкаларында, нетбуктарда, Google көзілдірігін-

де, теледидарларда, көлікті автоматты басқару жүйесінде және тағы басқа құрғыларда жұмыс істеуге құрылған. Android Linux ядросында және Java виртуальді машинасында құрылды [1].

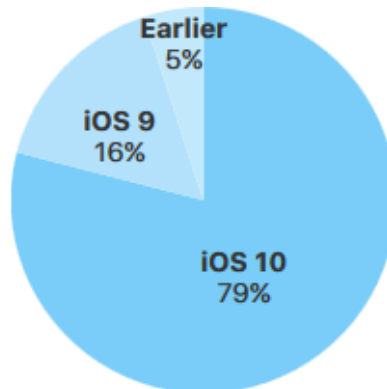
Бастапқыда Android операциялық жүйесі Android Incorporation компаниясында жасалған. 2005 жылы Google компаниясы толық сатып алды. Google одан әрі операциялық жүйеге қолдау көрсетуге және ілгерлетуге Open Handset Alliance одақтасын құрды. Android операциялық жүйесінде кітапхана-ларды пайдаланып мобильді құрылғыны басқару үшін Java қосымшаларын құруға мүмкіндік беретін функциясы бар. Android Native Development Kit көмегімен Си немесе басқа тілде жазылған кітапхана-ларды және компоненттерді ауыстыру мүмкіндігі бар (1-сурет).



1-сурет. Android платформасының нұсқалары

2017 жылғы мәліметтерге сәйкес Android операциялық жүйесі 66,09% пайыз құрылғыларға орнатылған.

iOS операциялық жүйесі – Apple компаниясы тек өзі шығаратын құрылғыларға (iPhone, iPad, AppleTV) арнап жасалған мобильді операциялық жүйе. Алғашқы рет 2007 жылы iPhone мобильді құрылғысында ұсынылды. Бұл презентация барлық смартфон өндірушілер үшін даму бағытын көрсетті. Осы сәттен бастап үлкен экран және батырмалар болмауы смартфон стандарты болып келе жатыр. iOS операциялық жүйесіне арналған қосымшаларды жүктеуге App Store қосымшалар дүкені құрылды (2-сурет).



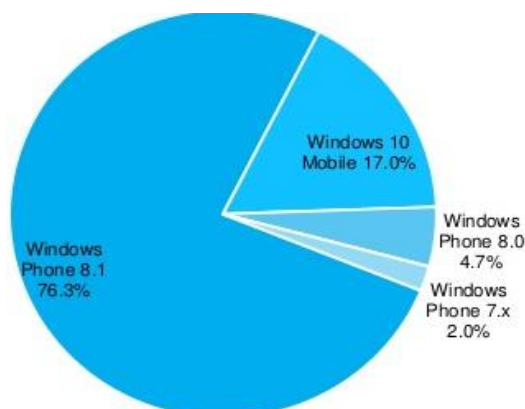
2-сурет. iOS платформасының нұсқалары

iOS операциялық жүйесі XNU ядросында жұмыс істейді. Ол негізінен Apple компаниясы жасаған бағдарламалық кодты қамтиды. Сонымен қатар OS NeXTSTEP және FreeBSD бағдарламалық кодтарды да қамтиды. iOS операциялық жүйесі Apple OS X операциялық жүйесінен аса айырмашылығы жоқ. Бірақ iOS операциялық жүйесі стационарлы компьютерлерде жұмыс істеуге арналмаған және ARM архитектурасындағы процессорлар орнатылған смартфондар және планшеттерде жұмыс істейді [2].

2017 жылғы мәліметтерге сәйкес iOS операциялық жүйесі 24% пайыз құрылғыға орнатылған.

Windows Phone – Microsoft корпорациясында әзірленген және құрылған мобильді операциялық жүйе. Windows Phone 2010 жылы 11 қазан айында өндірісі басталды. Windows Phone операциялық

жүйесі Windows Mobile операциялық жүйесінің тікелей мұрагері болып табылады (3-сурет). Алайда, бұл операциялық жүйелер үйлесімді емес. Windows Phone операциялық жүйесінде толықтай жаңа интерфейс және де Windows әзірлеген мобильді операциялық жүйелердің тарихында алғаш рет, Microsoft қызметтерін біріктірді: Xbox Live және Zune медиаплеерін [1,3].



3-сурет. Windows мобильді платформасының нұсқалары

Алдыңғы жүйеден айырмашылығы Windows Phone корпоративтік өріске қарағанда тұтыну нарығында көбірек бағытталған болып табылады. Microsoft компаниясының жаңа мобильді операциялық жүйесі Windows Phone 10 деп аталудың орнына Windows 10 Mobile деп аталды. Microsoft компаниясы 2012 жылы Windows операциялық жүйесіне негізделген бірыңғай экожүйесін құруға кірісті. Build 2014 конференциясында Windows операциялық жүйесінің барлық нұсқаларына арналған бірыңғай код және интерфейс қолданылатын «әмбебап» Windows қосымшаларының тұжырымдамасын жариялады. Қосымшаға арналған пайдаланушы деректері және лицензиялары бірнеше платформалар арасында бөлінуі мүмкін. Build 2015 конференциясында Android және iOS қосымшаларын Windows 10 Mobile операциялық жүйесіне порттауды жеңілдетін құралды жариялады. «Islandwood» құралының көмегімен iOS қосымшасын Windows 10 және Windows 10 Mobile операциялық жүйесіне қайта компиляциялайды. Instagram бірінші қайта компиляцияланған қосымша болды.

2017 жылғы мәліметтерге сәйкес Windows мобильді операциялық жүйесі 1,51% пайыз құрылғыға орнатылған.

Мобильді құрылғыларға арналған әр түрлі операциялық жүйелердің тарихын ескере отырсақ, смартфондар біздің әлемде – салыстырмалы түрде жаңа құбылыс. Apple компаниясының алғашқы iPhone смартфон шыққанға дейін мобильді телефонның функцияларын және электрондық почтаны пайдалану мүмкіндігі бар қалталы коммуникатордың функцияларын қамтитын құрылғы қажет болды.

Қазіргі смартфондардың ең алғашқы қалталы коммуникаторларында мобильді операциялық жүйені қолданды. Алайда, 1990 жылдардағы коммуникаторларда қолданған операциялық жүйеде функциялар өте аз. Осы операциялық жүйелерден мобильді құрылғыларға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету тарихы басталады. 1992 жылы телефон функциясын, пейджер, факс, электрондық пошта клиентін және электрондық ұйымдастырушысын қамтитын IBM Simon концепті ұсынылды және бірнеше ойындар болды. Simon құрылғысында қазіргі заманғы смартфондарға тиесілі кейбір ерекшеліктері бар. Сол замандағы коммуникаторларда дәстүрлі пернетақталар болмады, алайда, онда сенсорлық пернетақта жабдықталған. Оның көмегімен стилус арқылы қолжазба жазуға және онымен қоса сенсорлі QWERTY-пернетақтасы жабдықталған. IBM Simon құрылғысында ноутбуктарда көп қолданылатын PCMCIA жад картасын пайдаланылды [4].

«Ақылды» телефондардың даму тарихының келесі негізгі кезеңі 1996 жылы Nokia компаниясының бір корпуста мобильді телефон және қалталы компьютер орналасқан Nokia 9000 Communicator пайда болуы. Nokia 9000 Communicator жабық түрінде үлкен ұялы телефон сияқты көрінеді. Ал ашық күйде сол уақытта әйгілі болған Handheld PC (QWERTY-пернетақталы қалта компьютер) сияқты көрінеді. Nokia 9000 Communicator бағдарламалық негізі – GEOS операциялық жүйесі болды.

GEOS (Graphic Environment Operating System) – Berkeley Softworks компаниясының (кейінірек Geoworks атына өзгертілді) жобаланып құрылған графикалық орталанған операциялық жүйесі. 1986 жылы графикалық қолданушы интерфейсі бар GEOS операциялық жүйесі Commandore 64 компьютеріне шығарылды. GEOS операциялық жүйесі Mac OS операциялық жүйесінің бұрынғы нұсқаларына

ұқсас болып келеді. Мысалға, жеткізілімде мәтіндік процессор (geoWrite) және графикалық редактор (geoPaint) қолданылды. Көп жылдар бойы Commodore жаңартылған C64-C64C дербес компьютерлеріне GEOS операциялық жүйесін орнатып отырды. Кейіннен, «Communicator» сөзі тұрмыстық сөзге айналды, және барлық «ақылды» мобильді құрылғыларға белсенді пайдалана бастады. Мысалы, бұл термин 1999 жылдың соңында PalmOS операциялық жүйесінде жұмыс істейтін Qualcomm pdQ 800 и pdQ 1900 шығарылған құрылғыларда тағайындалды. Бірақ осы операциялық жүйеде жұмыс жасайтын қарапайым қалталы компьютерлерге қарағанда жетістікке жетпеді. 2000 жылы Ericsson компаниясы Ericsson R380s атты құрылғысын ойлап шығарды. Құрылғының функционалдық мүмкіндіктерін ерекше атау үшін сипаттамасына «Smartphone» термині қолданылды. Алайда, операциялық жүйеге сыртқы қосымшаларды орнату мүмкіндігі болмағандықтан Ericsson R380s толық смартфон аталмады.

Жалпы 2000 жылы шығарылған Ericsson R380s смартфонна ұқсас құрылғылар өте көп таралды. Мәселен, алғашқы PalmOS операциялық жүйесінде жұмыс істейтін – Kyocera QCP 6035 смартфон. PalmOS операциялық жүйесінде жұмыс істейтін соңғы смартфон 2007 жылы шығарылған Palm Centro смартфон болды. 2009 жылы қаңтар айында Palm компаниясының Linux негізделген жаңа Palm webOS операциялық жүйесі шықты. Бұл операциялық жүйеде 1996 жылдан бері шығарылған 39 миллион смартфондар жұмыс жасайды. Palm OS операциялық жүйесін өздерінің құрылғыларында пайдаланған компанияларға Sony, Kyocera, Samsung, Lenovo, Garmin сияқты танымал компаниялар кірген, бірақ бұл компаниялар бүгінгі күнде Android операциялық жүйесін пайдалануға көшкен.

Сондай-ақ, 21 қазан 2012 жылы шығарылған Symbian OS мобильді құрылғыларына арналған операциялық жүйенің соңғы нұсқасы уақытында кеңінен таралғанын атап айту керек. Symbian OS – Symbian бірлестігімен өңделіп, 1998 жылы маусым айында Nokia, Psion, Ericsson және Motorola компанияларымен құрылған және ұялы телефондарға, смартфондарға және коммуникаторларға арналған операциялық жүйе. Кейінірек осы бірлестікке Sony Ericsson, Siemens, Panasonic, Fujitsu, Samsung, Sony, Sharp және Sanyo компаниялары қосылды. Symbian OS Psion компаниясы жасаған қалталы компьютерлеріне арналған EPOC32 операциялық жүйенің мұрагері. 1998-1999 жылы жүйенің маңызды бөлігі ресурстары шектеулі құрылғыларда пайдалануға арналған кодты оңтайландыру мақсатында қайта көшіріліп жазылды. Нәтижесінде әзірлеушілер жадында айтарлықтай үнемдеуге, кэш кодын жақсартуға және электр тұтынуды аз талап ететін жұмыс бағдарламаларын жеделдетуге қол жеткізді. Пайдалану тұрғысынан жүйенің ерекше өзгешіліктері (API деңгейіндегі) толық объектілі-бағдарланған архитектура болып табылады. 9.x жүйесінің нұсқасынан бастап маңызды қорғау механизмі, (capabilities) қосымшалар ережесіне сәйкес API шектеу қою пайда болды. Symbian қосымшаларын өңдеу үшін негізгі тіл C++ Java тілінің қолдауымен жүзеге асырылды [5].

Алайда, бірінші iPhone желісі келуімен, 2007 жылдардағы құрылғылар, яғни пернетақта мен коммуникаторлары бар телефондар өз танымалдығын жоғалта бастады. Сенсорлы экран және түрлі функциялардың арқасында смартфондар тұтыну нарығын жаулай бастады және қазіргі заманауи смартфондар типтеріне операциялық жүйелерді дамытуға инвестиция жасаған компаниялар ұялы байланыс нарығында үлкен жетістікке қол жеткізуде, ал мобильді құрылғыларға арналған операциялық жүйелер әзірлейтін компаниялардың көпшілігі өмір сүруін тоқтатты.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Википедия – свободная энциклопедия [Электрондық ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org>
- [2] Блог про iPad и другие планшетные компьютеры [Электрондық ресурс]. – URL: <http://rupadblog.com>
- [3] Мобильный форум [Электрондық ресурс]. – URL: <http://www.mforum.ru>
- [4] Архив старых операционных систем [Электрондық ресурс]. – URL: <http://old-dos.ru>
- [5] Боровское исследовательское учреждение: Технологии XXI века [Электрондық ресурс]. – URL: <http://bourabai.ru>

Нуралықызы С., Шазинда Ф.С.

Операционный система для мобильных устройств

Резюме. Мобильная операционная система (мобильная ОС) - смартфоны, планшеты, коммуникаторы и другие операционные системы для мобильных устройств. Это объединение мобильной функциональности операционной системы в папку PC и функции операционной системы для мобильных устройств: сенсорный экран, сотовый, Wi-Fi, GPS, камера, видео камера, распознавание речи, диктофон, музыкальный плеер, NFC и инфракрасный пульт дистанционного управления.

Существует разнообразие операционных систем для мобильных устройств. 92% рынка, операционные системы Android и Apple, ОС IOS Google, и других операционных систем приходится лишь 8%.

Ключевые слова. Операционные системы, информационные системы, смартфоны, функции информационных систем, мобильные устройства.

Nuralykyzy S., Shazinda F.S.

Operation system for mobile devices

Summary. Mobile operating system (mobile OS) - smartphones, tablets, communicators and other operating systems for mobile devices. This integration of the mobile operating system functionality into the PC folder and the operating system functions for mobile devices: touch screen, cellular, Bluetooth, Wi-Fi, GPS, camera, video camera, speech recognition, voice recorder, music player, NFC and infrared remote control.

There is a variety of operating systems for mobile devices. 92% of the market, Android and Apple operating systems, Google's iOS operating system, and other operating systems account for only 8%.

Keywords. Operation systems, information systems, smart phones, functions of information systems, mobile devices.

ӘӨЖ 004.4

С. Нуралыкызы, А.К. Кенжегулов, Н.А. Сапанов
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы
abzal.nz@mail.ru, nur_94_2012@bk.ru)

**ОҚУШЫ ПРОФИЛІНІҢ БІРЫҢҒАЙ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН
ҚҰРУ ЖӘНЕ ЕНДІРУДІҢ ТИІМДІЛІГІ**

Андатпа. Қазіргі қоғамның дамуында электронды білім беру жүйесі маңызды орын алады. Мұндай жаңаша оқыту оқушылардың инновациялық технологияларды жедел меңгеруіне және кәсіби даярлануында ынта-ықыласын арттыратыны сөзсіз. Сондықтан оқушыларға қазіргі заман талабына сай білім беру – бүгінгі күннің ең өзекті мәселесі. Мемлекеттің білім беру саясатындағы міндеттердің бірі – білім беру жүйесі мен оқытудың сапасын арттыру, сабақтың әдістерін және мазмұнын жетілдіру, әдістемелік жағынан дамыту болып табылады.

Бұл мақалада мектептерде ақпараттық технологияларды (АТ) іске асыру және пайдалану талданады. АТ білім беру үрдісінің барлық қатысушыларын (әкімшілік, мұғалімдер, оқушылар, ата-аналар) біріктіре алады және олардың бірыңғай АТ арқылы мәлімет алмасуына мүмкіндік береді. Сондай-ақ, АТ арқылы ата-ана өз баласының оқу үлгерімі туралы ақпарат алып отырады, ал оқушылардың сабақ үрдісіне, бағдарламаны игеруге деген ықыластары артып, соның арқасында білім деңгейін арттыра түспек. Мақала ақпараттық басқару жүйесінің моделі мен анықтамасын ұсынады және оны мектептерге ендіру дайындығын талдайды.

Кілттік сөздер. Ақпараттық технология, мектеп, ақпараттық басқару жүйесі, электронды білім беру, веб-сайт, білім сапасы, модель, мониторинг.

Бүгінгі таңда электронды білім беру жүйесі әлемнің көптеген елдерінде үлкен қарқынмен енгізіліп келе жатқан алдыңғы қатарлы АТ бірі. Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңында қазіргі замандағы білім беру жүйесінің жаңа технологияларымен қамтамасыз етілуі міндеттелген. Электронды білім беру бойынша жүзеге асырылатын ақпараттық жүйе Қазақстан Республикасының білім беру сапасын арттыруға үлесін қосады.

Электрондық білім беру жүйесінің негізгі мақсаты – білім беру ұйымдары қызметкерлеріне алдын ала енгізілген бірыңғай білім беру ресурстары мен технологияларына тең қол жеткізуді қамтамасыз етуге негізделген.

Қазіргі білім беру жүйесінің дамуы оның әртүрлі буындарын басқарудың тиімділігімен анықталады. Оқу орындарын жаңа талаптарға сай басқару керек. Мектептегі оқу пәндерін оқытуды сапалы дәрежеге көтеруге ықпал ететін интернеттегі программалардың қоры оқыту үрдісіне жаңа мүмкіндіктер жасайды. Осымен бірге оқушының жеке тұлғасын қалыптастырудағы компьютерлік оқыту технологиясының маңыздылығы күн өткен сайын анық аңғарылуда [1].

Оқушы профилінің бірыңғай ақпараттық жүйесін құру және ендіруді жүзеге асыру мектептерді компьютерлендіру, бағдарламалық және контенттік жабдықталуға сәйкес оларды электрондық инфраструктурамен қамтамасыз ету, ең бастысы, педагогика және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар саласындағы кәсіптік қызметке мұғалімдерді даярлау жағдайына әкеледі.

Жүйе мұғалімдерге дербес блогтар арқылы кәсіби тәжірибелермен және портфолиомен пікір алмасуды, оқушылардың үлгерім динамикасын зерттеп отыруды, оқушылар рейтингісін жүргізуді, мектеп ұстаздарының және әкімшілігінің жаңалықтары мен хабарламаларын беруді және тағы басқа әрекеттерді орындауды қамтамасыз етеді. Ал оқушы өз кезегінде оқу үлгерімін арттыруға, жеке портфолиосына кіруге, күнтізбесін қарауға, күнделігін қолдануға мүмкіндігі бар. Ақпараттық жүйе әр оқушыға жүргізілетін рейтинг, оқушының үлгерімі мен сапа көрсеткішін арттыру мақсатында мониторинг жүргізу мүмкіндігін туғызады [2].

Ақпараттандыру үрдісі – бұл жай ғана компьютерлер мен жабдықтар және оларды интернет желісіне қосу емес, бұл құралдар білім беру үрдісінің барлық қатысушыларын біріктіру үшін және олардың арасындағы ақпарат алмасуды қамтамасыз ету үшін қызмет ету керек. Білім беру үрдісінің барлық қатысушыларын біріктіруді ұйымдастырудың ең дұрыс жолы ақпараттық басқару жүйесін пайдалану болып табылады (1-сурет).

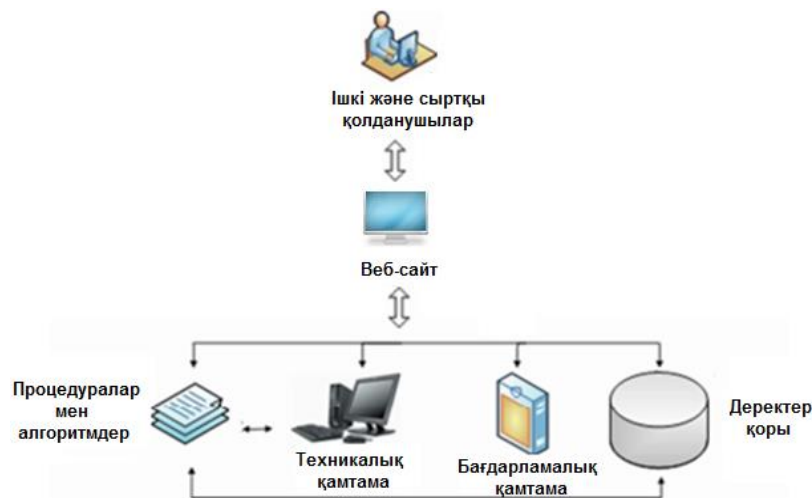
Ақпараттық басқару жүйесінің классикалық моделіне негізделген ақпараттық жүйелер әр түрлі модельдер ұсына алады. Солардың ішінен электронды білім беру жүйесіне веб-сайт арқылы ішкі және сыртқы қолданушылар жұмыс істейтін жалпылама моделі сәйкес келеді. Мектепті басқарудың ақпараттық жүйесі үшін сыртқы қолданушыларға мұғалімдер, оқушылар және ата-аналар кіреді, ал ішкі қолданушыларға мектеп әкімшілігі кіреді.

Бүгінгі мектеп – күрделі де жауапты жүйе. Мектеп қабырғасына жаңа заманның мұғалімдері келіп жатыр. Олар компьютерді, интернетті меңгерген. Демек, барлық мектептер электронды білім беру жүйесіне көшу, мектепке басшылық ету тәсілдерінің өзгеруіне бейімделу оңайға түседі.



1-сурет. Ақпараттық басқару жүйесінің классикалық моделі

Мектеп үшін ақпараттық басқару жүйесінің ең қолайлысы функционалды веб-сайт жасау және оны уақыт өте одан әрі дамыту. Бүгінгі таңда ақпараттық технология арасында веб-технологияның орны ерекше. Сондықтан электронды білім беру жүйесін веб-сайт арқылы ұйымдастырған жөн. Бұл жағдайда веб-сайт ақпараттық жүйенің негізіне айналады. Мұндай ақпараттық жүйемен жұмыс істеу өте жеңіл болады, себебі ол тек браузерге ғана тәуелді болады, ал компьютердің моделіне тәуелсіз болады (2-сурет).

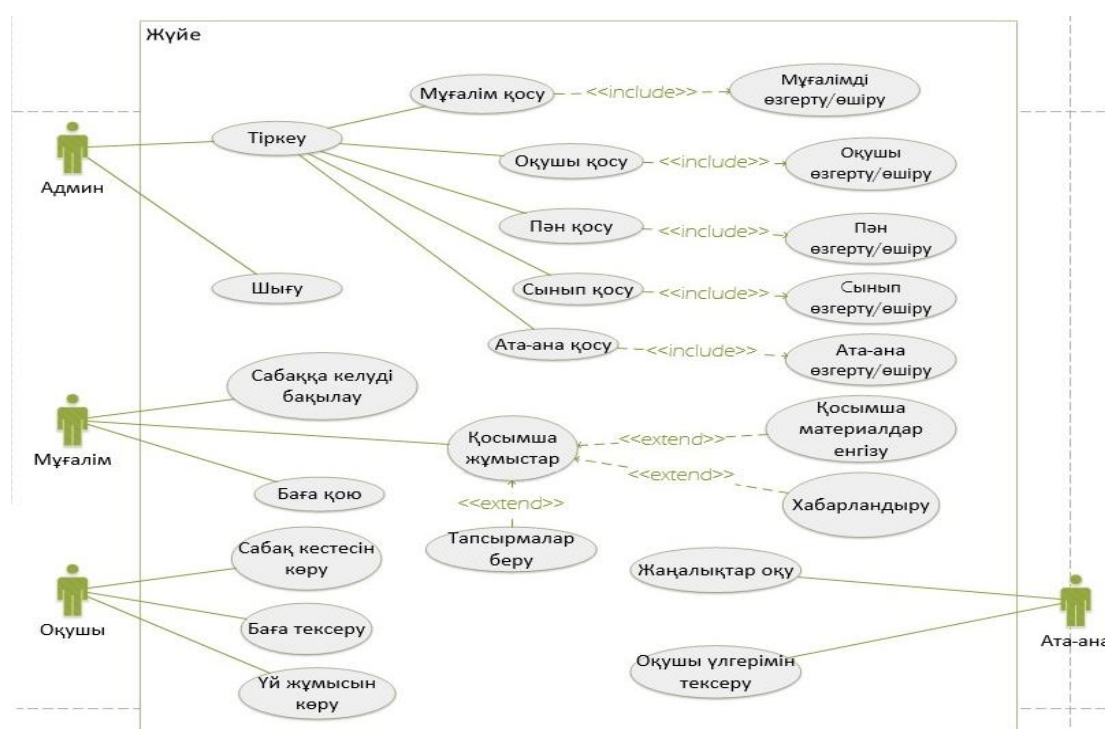


2-сурет. Веб-сайт негізінде ақпараттық басқару жүйесінің моделі

Веб-сайт негізінде ақпараттық басқару жүйесінің моделі оларды тарату және дамыту үшін үлкен мүмкіндік береді, себебі ақпараттық басқару жүйесінің классикалық моделіне қарағанда мынандай артықшылықтары бар:

- жүйе тек қана серверде орнатылады;
 - қолданушы өз құрылғыларымен жүйеге кіру үшін қосымша бағдарлама орнатпай-ақ стандартты браузерді пайдалана алады;
 - жүйемен үйде, жұмыста және т.б. жерде техникалық жабдықтамаға тәуелді болмай жұмыс істеуге болады;
 - қызметкерлердің жүйемен жұмыс істеуді үйрену үшін материалдық шығындарды талап етпейді.
- Веб-сайт негізінде ақпараттық басқару жүйе моделінің кемшіліктері мыналарды жатқызуға болады:
- интернет желісі жоқ болған жағдайда ішкі және сыртқы қолданушыларға жүйемен жұмыс істеу мүмкін емес;
 - ақпараттық қауіпсіздікке байланысты өткір мәселелер туындайды.

Веб-сайт арқылы мектеп әкімшілігі мен ата-аналар арасын байланыстыратын желі іске қосылды және онымен қоса оқушылардың өздерінің оқу үлгерімдерімен танысуға мүмкіндіктері бар. Мектептің барлық қатысушыларының жүйе ішінде істей алатын әрекеттері 3-суретте көрсетілген.



3-сурет. Мектептің барлық қатысушыларының әрекеттері

Қазіргі таңдағы еліміздегі білім беру жүйесіндегі ең басты міндет – білім берудің жаңа модуліне көшу арқылы жас ұрпақтың білім деңгейін халықаралық дәрежеге жеткізу. Қазіргі заман талабына сай пән оқытушысы ғана болу аз, оқытушы – мұғалім, инноватор болуы тиіс.

Яғни әрбір инновациялық технологияларды меңгереді, содан кейін меңгерген технологияларды апробациядан (сабақ барысында қолдану) өткізеді, мұғалім талдау жасай отырып, тақырыпқа сай технологияны таңдайды. Оқытушы білім алушының табиғи дарын, қабілетін ашу, жас ерекшелігін ескере отырып, технология элементтерін тиімді пайдалана алу керек.

Инновация дегеніміз – бұл лабораториялық емес жаңа идеяны бірінші рет жүзеге асыру, ғылым жүзінде пайда болса да практикада негізделген. Жаңалық енгізу – мекемеге, ұйымға жергілікті аймақтық, мемлекеттік мекемелерге енгізілген модельге бағытталған [3].

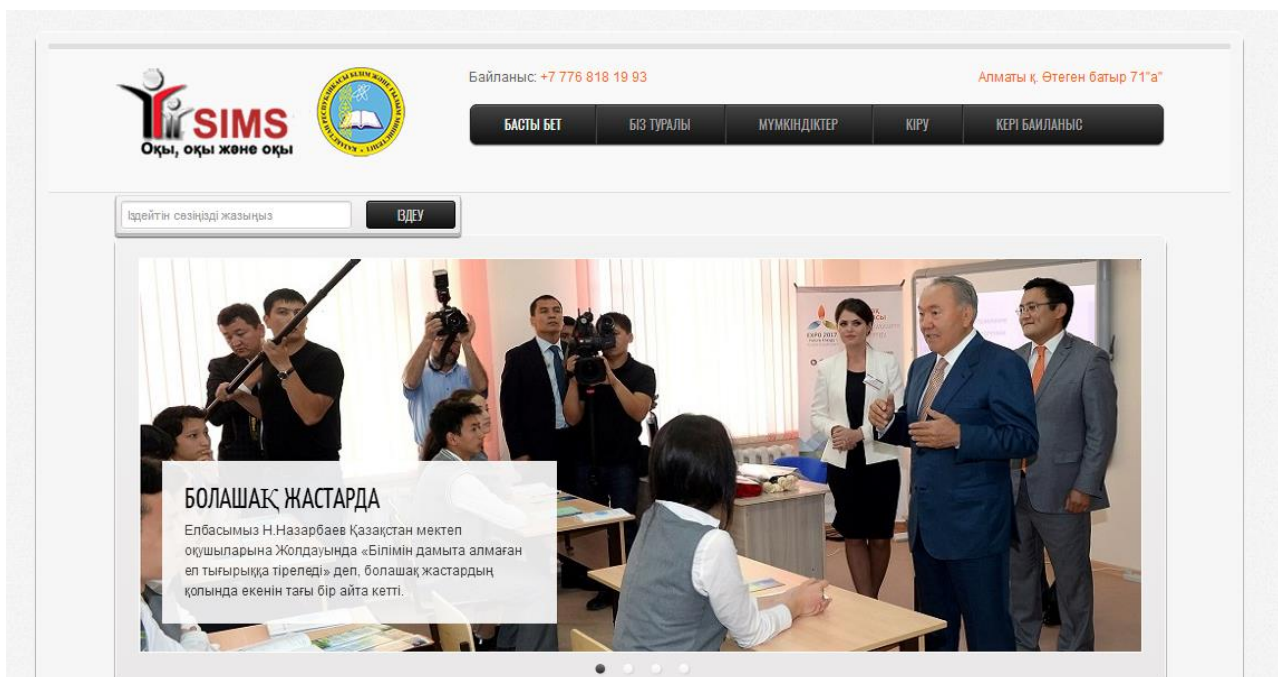
Технологиялық инновациялар – бұл жаңа заманның компьютерлік және телекоммуникациялық технологиялары. Технологиялық инновациялар экономикалық механизмдерде, оқытушылар мен білім алушылар еңбегін ұйымдастыруда түбегейлі өзгерістерге, оқытушылық қызмет сипатына зор үлес қосады.

Қазіргі заманғы оқыту технологияларына келесі талаптар қойылады:

- оқыту мақсатының нақты қойылуымен, оның ғылыми негізделуі, іс-әрекетінің нәтижесінің жоғары сапалы болуы;
- оқу материалын толық қабылдау мүмкіндігінің болуы;
- оқу процесінде қарым-қатынастың еркін болуы;
- оны үнемі жетілдіріп, толықтырылып отыру мүмкіндігінің болуы.

Инновациялық әдістердің ең негізгісінің бірі – «интерактивті оқыту әдісі». Негізгі қағидасы – педагогикалық қарым-қатынас пен қарым-қатынас диалогы арқылы жеке тұлғаны қалыптастырып дамыту [4]. Интерактивті әдіс-тәсілдерді жиі пайдалану, әр сабақта оның мүмкіндіктерін түрлендіріп отыру – педагогтар қауымының басты міндеті.

«Оқушы профілінің бірыңғай ақпараттық жүйесін құру және ендіру» веб-сайтының негізгі беті 4-суретте көрсетілген.



4-сурет. Оқушы профілінің бірыңғай ақпараттық жүйесін құру және ендіру веб-сайтының негізгі беті

Мектепті электронды басқару жүйесіне көшу мектептегі үрдістердің күнделікті ағымдағы кәсіби қызметтері мен есебін жүргізуді автоматтандыру мүмкіндіктерін береді.

Бүгінгі таңдағы ерекше талаптың бірі – мектепті басқару жүйесінде ақпаратты сапалы қамтамасыз ету. Басқару жүйесінде ақпаратты сапалы қамтамасыз ету мектептің «өмір сүруін» қолдап қана қоймай, оның дамуын жүзеге асырады. Себебі, жүзеге асырылып жатқан оқушы профілінің бірыңғай ақпараттық жүйесінің ақпараты қолда болмаған жағдайда білім мекемесі басшыларының мақсат пен міндеттерін дұрыс жолға қоюы және оны табысты шешуі екіталай. Мектеп басшылығын ұйымдастырудағы маңызды жағдай – педагогикалық басқару жүйесінің қалыпты күйге келіп, әрекетшендік жағдайында болуы және оны іске асыру жолдарын әрбір басшының жіті білуі тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] <http://ashyk-sabak.kz/index.php/kz/mektepti-baskaru/91-natizhege-bagyttalghan-mektep-baskaru-urdisin-kalyptastyru>.
- [2] <http://www.zkoipk.kz/ru/b3/312-conf.html>.
- [3] Сластенин В.А. Педагогика. Инновационная деятельность. – М., 1997. 45 с.
- [4] Керимбаева М.С. Инновационные процессы в школе: проблемы, перспективы, поиск. – Алматы, 1995. – 58 б.

Нуралыкызы С., Кенжегулов А.К., Сапанов Н.А.

Создание и внедрение эффективности профиля ученика единой информационной системы

Резюме. Создание и внедрение профиля ученика единой информационной системы требует процесса автоматизации электронного обучения. Электронное обучение готовит школьников к будущей жизни, где практически все услуги будут электронными, а профессиональная деятельность просто будет невозможна без интернета, компьютеров и сетевых социальных и профессиональных сообществ.

Основная цель информационной системы – обеспечение равного доступа всех участников образовательного процесса к лучшим образовательным ресурсам и технологиям.

Ключевые слова. Информационные технологии, школьная система управления информацией, электронное образование, веб-сайт, качество образования, регулярный мониторинг.

Nuralykyzy S., Kenzhegulov A.K., Sapanov N.A.

Efficiency creation and implementation the profile student of the unified information system

Summary. Creation and implementation the profile student of the unified information system requires the process of automating e-learning. E-learning prepares students for the future life, where virtually all services will be electronic, and professional activities will simply be impossible without the Internet, computers and networked social and professional communities.

The main goal of the information system is to ensure equal access of all participants educational process to the best educational resources and technologies.

Key words. Information technology, school information management system, e-education, website, quality of education, regular monitoring.

УДК 004.91

Н.С. Байтілес, А.М. Байғаринов

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, naz9520@mail.ru)

ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІН БАСҚАРУДЫҢ ВЕБ-БАҒДАРЛАМАСЫН ҚҰРУ

Андатпа. Ақпараттық технологияның жетістіктері өміріміздің барлық салаларында кеңінен пайдалануда. LMS (Learning Management System) дегеніміз – оқуды басқару жүйесі – білім беру әрекеті мен жағдайларын басқаруды автоматтандыратын бағдарлама немесе бағдарламалар кешені. Әрбір оқуды басқару жүйесінің маңызды бөлігі – ол оның тиімділігі.

Denwer деректер қорын басқару жүйесіне және PHP бағдарламалау тіліне жалпы талдау жасалынған. Дайындалған ақпараттық және қарым-қатынас жүйесін ұйымдастыратын оқыту жүйесін басқарудың барлық мүмкіндіктері мен жұмыс істеу принциптері көрсетіледі.

Түйінді сөздер: Denwer веб-сервері, PHP артықшылықтары, CSS ережелері, Web дизайн.

Кіріспе

Қазіргі таңда заманның, техниканың дамуына байланысты білім саласына көптеген оңтайлы Web қосымша порталдар шыққан. Портал көптеген мүмкіншіліктерге ие дүние. Портал ішіндегі бір блогы ретінде оқытушы мен студент арасындағы байланыс жасауды меңгеру өзекті мәселе. Оның ауқымын кеңейту, онымен жұмыс жасау оңай әрі ыңғайлы болмақ.

LMS (Learning Management System) дегеніміз – оқуды басқару жүйесі – білім беру әрекеті мен жағдайларын басқаруды автоматтандыратын бағдарлама немесе бағдарламалар кешені.

Жұмыстың мақсаты:

- бір ақпараттық жүйеде бірден бірнеше мүмкіндіктерді ұйымдастыру;
- оқытушы мен студент арасындағы байланыстың бірі тест жұмысы, ол студенттің білімін шыңдауға мүмкіндік береді;
- қажетті дәрістер, тапсырмалар, мәліметтер қолданушының алуына қол жетімді;
- оқытушы мен студент арасындағы қарым-қатынаста хабарлама алмаса алу;
- қолданушы өзінің жүйедегі құпия сөзін ауыстыра алу мүмкіндігі.

Web бағдарлама жобасын жобалау үшін қолданылатын құралдар

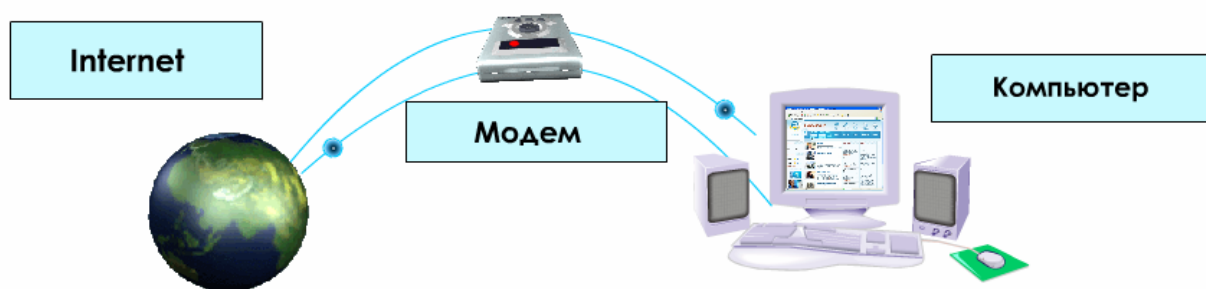
Интернет – кез-келген компьютермен бүкіл әлем бойынша ақпарат алмасу мен беру мүмкіндігі, желілер жүйесі. Интернет – байланыстар араларын өзара біріктіретін, тораптардың жиынтығы.

Әрбір топтарда көбінесе UNIX операциялық жүйесін басқару арқылы жұмыс істейтін бір немесе бірнеше қуатты компьютер-сервер болады. Мұндай торапты кейде хост деп атайды.

Торапты оның иесі–провайдер деп аталатын ұйым немесе интернет қызметін жабдықтаушы басқарады.

Интернет әр түрлі ережемен жұмыс істейтін желілерді біріктіреді. Бұл ережелерді үйлестіру үшін шлюз құрылғысы қызмет етеді. Шлюз – басқаша тәсілмен үйлеспейтін желілерді қосатын құрылғы. Шлюз әр түрлі желілердің бірлескен жұмысын қамтамасыз етуге арналған мәліметтерді өзгертпейді.

Интернетке қосылу үшін: модем, сымтетік, компьютер қажет. Ол келесі 1- суретте көрсетілген.



1-сурет. Интернетке қосылуға қажетті құрылғылар

Желіге тұрақты қосылу және мәліметтердің жинақталған қоры сақталған компьютерлер Сервер делінеді. Әр сервердің өзіне сәйкес адресі болады.

Internet тек желі ғана емес, оның жұмысы – ақпараттық кеңістікке түрлі пішімде қызмет көрсету. Қызмет ақпарат алмасатын түрлі хаттамаларға негізделген. Олардың ең көп тарағаны – World Wide Web (WWW-дүниежүзілік өрмек). Көбінесе оны қысқаша Web деп атайды. Web-тің негізгі қызметі – қажетті ақпаратты іздеу, жинастыру және оны экранға шығаруды ұйымдастыру. Оның экранда көрсететіні – мәліметтер Web-беттер түрінде дайындалып, сақталған электрондық құжаттар. Электрондық құжаттың кәдімгі құжаттан айырмашылығы – оның жазылу пішімінде. Интернетте электрондық құжат құру үшін HTML (Hyper Text Markup Language – гипертекстік белгілеу) делінетін арнайы тіл пайдаланылады. Яғни Web-беттер серверде ерекше HTML пішімінде сақталады. HTML-дің орындайтын жұмысы – құжат тақырыптарын, абзацтарды белгілеу, гипермәтінге белгілер орнату.

Веб-сайт немесе жәй сайт (Website, web – өрмекшінің торы және site – орын) бір немесе жинақталған веб-парақтары интернетте HTTP/HTTPS хаттамалары арқылы мүмкіншілік алады. Сайттың парақтары жалпы түпкі мекен-жайларды, сонымен қатар қарапайым тақырыпты, логикалық құрлымды, рәсімдеуді және авторлауды біріктіреді, жинақталған барлық жалпы мүмкіндік алған сайттар жалпы әлемдік торды құрайды.

Web-бет – кішігірім мәтін не үлкен мәтіннің бір бөлігі. Әдетте үлкен көлемді құжат бірнеше блоктарға бөлініп, әр блок бір Web-бет ретінде қарастырылады. Мысалы, жоғарғы оқу орны үшін Web-беттерді мынадай түрде дайындау мүмкін:

- факультет атаулары, мамандықтар;
- кафедралар, олардың қызметкерлері жөнінде мәліметтер;
- әр жылда оқу орнын бітіруші студенттер тізімі.

Web-беттерге сілтеме ретінде тақырыпқа байланысты басқа Web-беттің адресі де енгізіліп қойылады. Оны гиперсілтеме деп, сілтеме мазмұнын гипермәтін деп атайды. Экранда көрінген Web-бетте гиперсілтеме басқа түске боялып, асты сызылып көрсетіледі. Гиперсілтеме бойынша келесі Web-бетті экранға шығару үшін сілтемеге меңзерді әкеліп, ол сұқ саусағы мәтінге бағытталған қол түріне айналған кезде, тышқан батырмасын басу керек.

Web-те бір тақырыпқа арналған Web-беттерді ретімен не оларды байланыстырып, тұтас көрсету де мүмкін. Оны Web-гүйін деп атайды.

PHP (Personal Home Page – жеке веб-бетті құруға арналған құралдар және саймандар). Веб-қосымшаларды құру барсында көп қолданылатын жалпы бағыттағы бағдарламалаудың скрипттік тілі. Қазіргі уақытта көптеген хостинг өкілдерінде қолданылады. PHP программалар екі әдіспен орындалады: HTTP-сервердің Web-қолданбасы немесе консольді программалар ретінде.

PHP-ді тек интернетпен байланысы бар қолданбаларды бағдарлауда қолданады. Сонымен қатар, командалық жолдың интерпретаторы ретінде қолдануға болады.

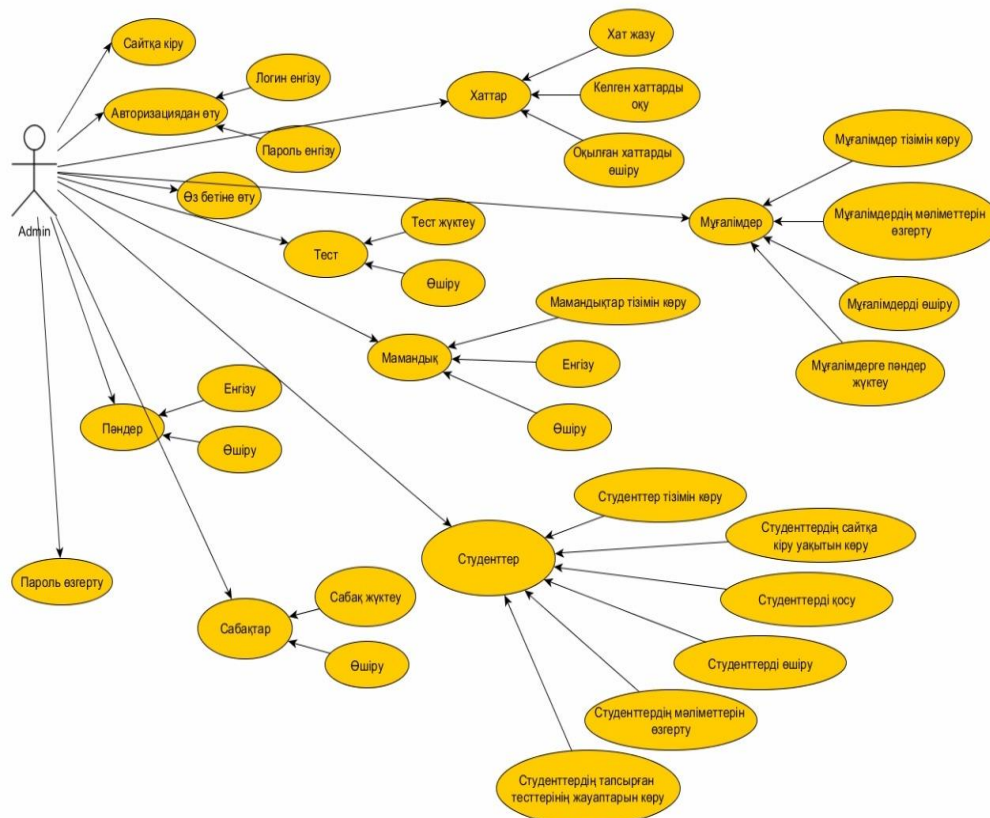
Интернет желісі үшін программалар PHP – өзінің қарапайымдылығымен, мол функционалдығымен, орындалу жылдамдығының арқасында, негізгі кодтардың PHP лицензиясы негізінде таралуымен ең танымал скриптті тілдердің бірі (JSP, Perl-мен қатар ASP.NET-те қолданылатын тілдер) болып табылады.

Оқыту жүйесін басқару – бұл интернет желісімен негізделген арнайы ақпараттық білім беру ортасы көмегімен біздің еліміз бен шет елдердегі халықтың үлкен санына берілетін білім беру қызметтерінің жиыны. Оқыту жүйесін басқарудың ақпараттық-білім берушілік жүйесі пайдаланушылардың білім алу қажеттіліктерін қанағаттандыруға бағытталған мәліметтерді жіберу, ақпараттық ресурстар, өзара әсерлесу хаттамалары, ақпаратты-программалық және ұйымдастырушы-әдістемелік қамтамасыздандыру құралдарының жүйелі-ұйымдастырылған жиынын сипаттайды. Оқыту жүйесін басқару адамның білім алу мен ақпарат алу құқықтарын жүзеге асыруға бағытталған үздіксіз білім беру формасының бірі, әрі бірегейі болып табылады.

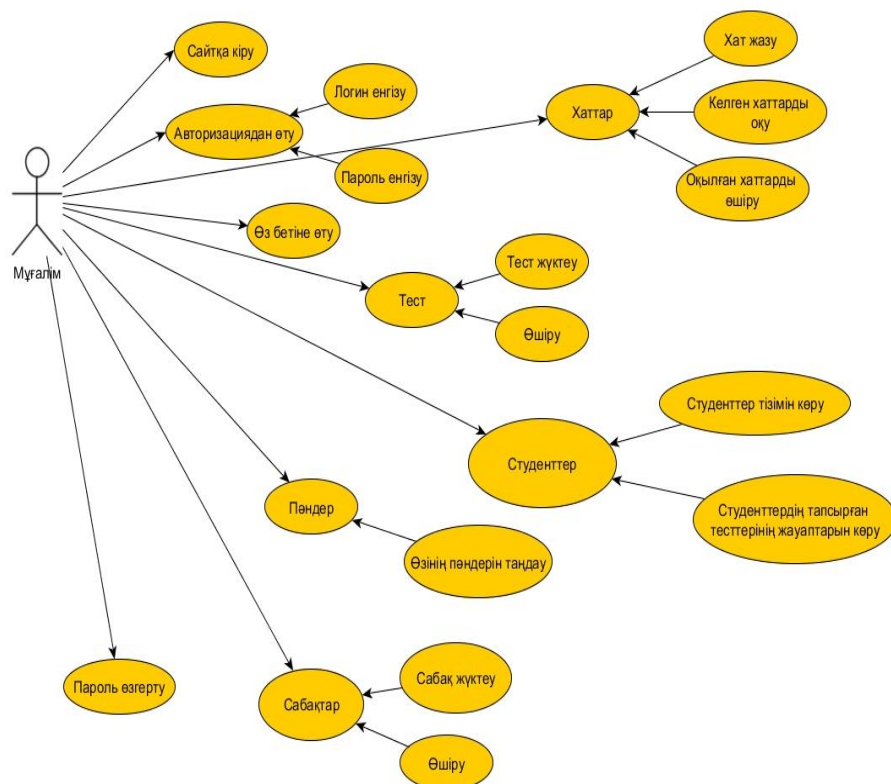
Сонда, оқыту жүйесін басқару ретінде студент пен оқытушы уақыт және кеңістікте сәйкес келмейтін білім берудің кез-келген түрін түсінеміз.

Қазіргі компьютерлер үлкен эффективтілікпен осы уақытқа дейін белгілі ақпаратты жіберудің барлық түрлерін орындауға мүмкіндік беретіндіктен, тек осы жүйе ғана оқытушы мен студент арасына байланыс қойып, мәліметтермен кең, әрі ауқымды түрде жіберуге ие болып отыр. Бұл жүйенің кез-келген қолданушыға керек болары сөзсіз. Дегенмен, жүйе технологияның заманның дамуына байланысты өзгерістерді қажет етеді. Сондықтан жүйемен жұмыс жасап, оған қажетті өзгерістер енгізген дұрыс.

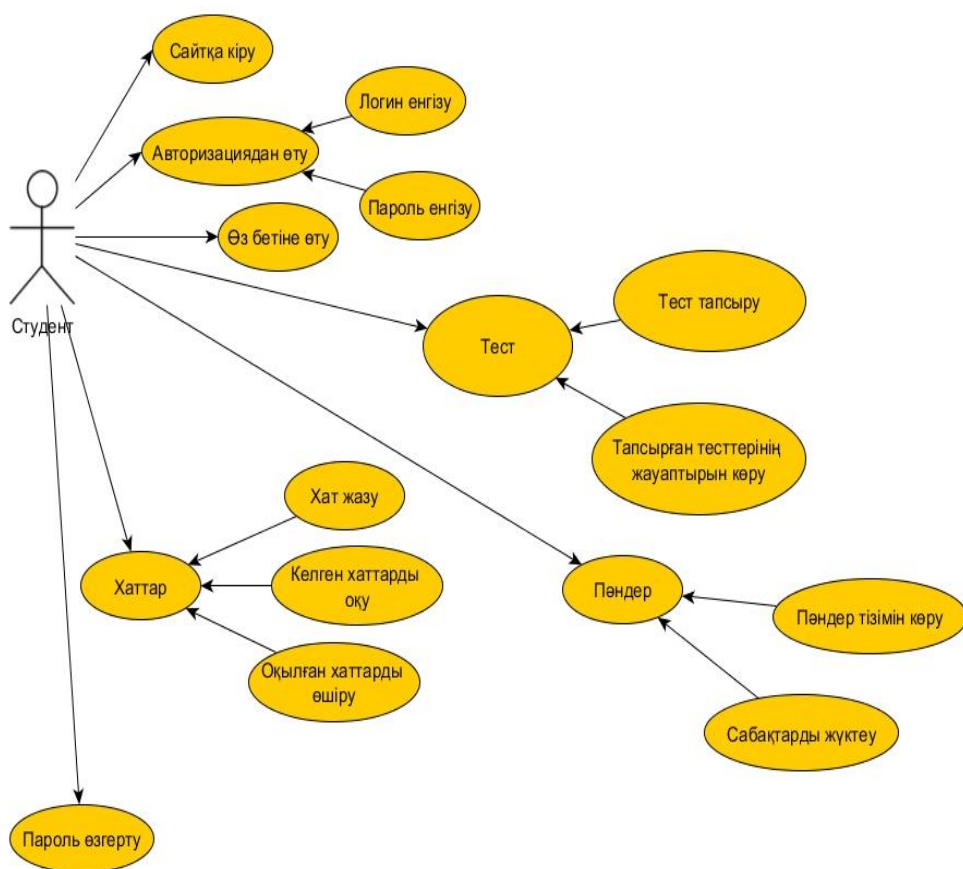
2-суретте администраторға орындалатын әрекеттер тізбегі көрсетілген.



2-сурет. Оқыту жүйесін басқаруда администраторына құрылған прецедент диаграммасы



3-сурет. Оқыту жүйесін басқаруда оқытушыға құрылған прецедент диаграммасы

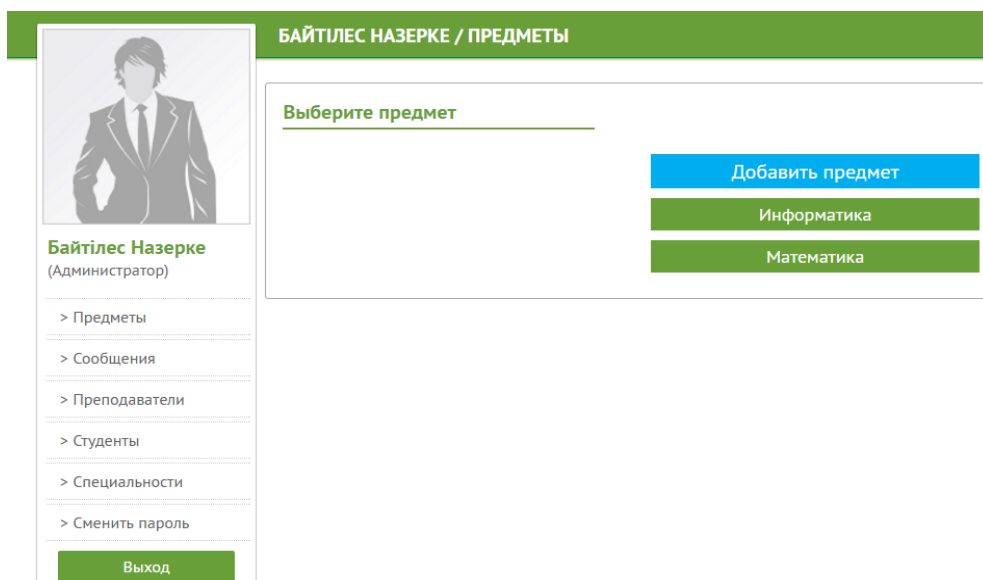


4-сурет. Оқыту жүйесін басқаруда студентке құрылған прецедент диаграммасы

Нәтижесінде құрылған Web қосымша



5-сурет. Құрылған веб-қосымшаның интерфейсі



6-сурет. Веб-қосымшада «Администратор» беті

Қорытынды

Жетілдірудің нәтижесінде келесі қорытындыны жасауға болады:

- оқыту жүйесін басқару Web қосымшасын құру кезінде есептің қойылымынан бастап, автоматтандырылған жүйені қолдануға беруге дейін программаның жобалаудың толық циклі арқылы өтіп жатыр;
- жетілдірілген ақпараттық жүйе келесі тиімділіктерді жасауға мүмкіндік береді;
- деректерді енгізу, деректерді жүктеу, тестпен жұмыс жүргізу, байланыс жасауға кететін уақытты қысқарту;
- ақпаратты көп уақыт сақтау мүмкіндігі.

Жоғарыда айтылғандардың бәріне негізделіп, қолданушыларға Оқыту жүйесін басқару Web қосымшасы қажет және оның тиімді, кең ауқымды, қолданысқа ыңғайлы екендігі байқалады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Гилстер П. Навигатор INTERNET: Путеводитель для человека с компьютером и модемом. – М.: Джон Уайли энд Санз, 1995. – 735 с.
[2] Кожемякин А. HTML и CSS в примерах. Создание Web-страниц. – М.:Альтекс, 2004. – 323 с.
[3]Томсон Л., Веллинг Л. Разработка Web-приложений на PHP и MySQL. – М.: DiaSoft, 2003. – 546 с.
[4]Кузнецов М., Симдянов И. Объектно- ориентированное программирование на PHP. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 267 с.

Байтилес Н.С., Байгаринов А.М.

Разработка веб-приложения для системы управления обучением

Резюме. Во всех сферах нашей жизни мы используем достижения информационных технологии. LMS (Learning Management System) это система управления обучением автоматизирует работу и управление программой или комплекс программы изучения системы.управление каждой системы образования - это важная часть его эффективности.делан анализ системе управления базами данных Denwer и язык программирования PHP.

Информационно-коммуникационная система, организованная в системе образования готовы работать со всеми функциями и принципами управления.

Ключевые слова: сервер Denwer, преимущества PHP, правила CSS, Web дизайн

Baitiles N.S., Baigarinov A.M.

The development of a web application for a learning management system

Summary. In all spheres of our life we use the achievements of information technology. LMS (Learning Management System) is a learning management system that automates the operation and management of a program or a complex system study program. The management of each education system is an important part of its effectiveness.An analysis is made of the Denwer database management system and the PHP programming language.

The information and communication system organized in the education system is ready to work with all functions and principles of management.

Keywords: Denwer server, PHP advantages, CSS rules, Web design.

УДК 681.3

А.С. Жұнусбекова, М.Қ. Қанатов

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, ainurzhunusbekova@gmail.com)

**БІЛІМ ҚОРЫН ПАЙДАЛАНАТЫН КЕЛІСІМ-ШАРТТЫ АВТОМАТТЫ ГЕНЕРАЦИЯЛАУ
БАҒДАРЛАМАСЫН ҚҰРАСТЫРУ**

Аңдатпа. Білім қорын пайдаланып бизнес центр орталығына арналған офистермен келісімге отыру бағдарламасын құрастыру.Бағдарламаның мақсаты келісім шартқа кеткен уақытты үнемдеу. Бағдарламаны құрастыру құрылғысы C# тілі мен Microsoft Visual Studio ортасы.туралы қарастырылған. C# тілі қазіргі уақытта объектілі – бағытталған бағдарламалардың ішінде қолданысқа ие және қолайлы тіл.

Түйінді сөздер: Microsoft Visual Studio, C# тілі.

Кіріспе

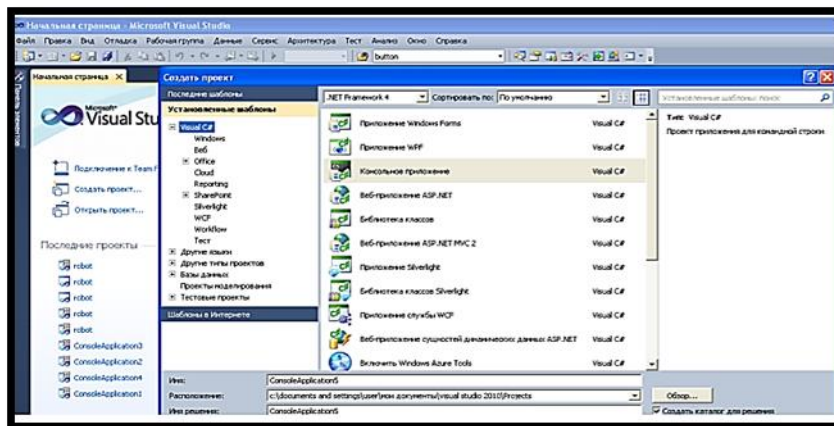
Білім қорын пайдаланатын келісім шартты автоматты генерациялау бағдарламасын құрастыру. Басты мақсаты келісім шартқа отыру уақытын үнемдеп, екі тарапты қанағаттандыратын шарттар арқылы келісімге отыру. Қазіргі заманда көптеген бағдарламалар дамыған. Соны пайдаланып бизнес центр орталықтарына арналған офистермен келісім шартқа отыруға арналған бағдарламасын құрастыру.

Тақырып өзектілігі. Объекті бағдарланған программалау - қазіргі бағдарламалау тілдерінің негізгі технологиясы. Қазіргі уақытта объектілі - бағытталған бағдарламалардың ішінде қолданысқа ие және қолайлы тіл – C# тілі.

Жаңалығы. Автоматты генерациялау арқылы келісім шартқа отыра аламыз және де келісім шарт білім қорын пайдалана отырып жасалынатын болады. Бұл жоба екі тарап арасында ымыраға келгенен кейін келісім шарт автоматты генерациялану арқылы дайын .doc форматында толық келісім шартты шығарып береді.

Бағдарлама жасау үшін қолданылатын құрылғылар

Microsoft Visual Studio – Microsoft корпорациясының өнім желісі, интеграцияланған ортаны бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу және басқа да құралдарды бірқатар ұсынады. Бұл өнімде консольді қосымшасын, әрі қосымшасы графикалық интерфейсте жасауға мүмкіндігі бар. Қосымшалар жасауда Windows Forms көмегімен қолдануға болады. Және де веб-сайттар, веб-қосымша, веб-қызметтер құру мүмкіндігіне ие.



1-сурет. Microsoft Visual Studio

Visual Studio – .NET платформасына негізделетін Microsoft компаниясының жылдам өңдеу ортасы болып табылады.

.NET Framework – бұл қысқа мерзімде сенімді бағдарламалық кодты жазуды одан әрі оңайландыратын қосымшаларды құру және орындау үшін арналған платформа. .NET платформасы Windows астындағы бағдарламалық өнімдер әлемінде өте жылдам таратылды [1].

Бағдарламаның қарапайым интерфейсі арқасында – онымен жұмыс істеу қиын емес. Visual Studio арқылы біз бағдарламалаудың әйгілі C, C++, Visual Basic, Visual Basic for Application, C# сияқты тілдерінде бағдарламалар жасай аламыз. Осы тілдердің бәрінде Visual Studio-да біз кезкелген форматты кез келген қосымша жасай аламыз – консольді қосымша, кәдімгі Windows формасын, кез келген смартфон немесе телефонға арналған қосымша, класстар кітапханасын және осыған ұқсас қосымшалар. Бұл курстық жұмыстың мақсаты Microsoft Visual Studio бағдарламалау ортасымен таныстыру болып табылады.

«Microsoft Visual Studio — бағдарламалық қамтамасыз етуді өңдеудің біріктірілген ортасын және басқа инструменталды құралдар қатарынан тұратын Майкрософт компаниясының өнімдер қатары. Берілген өнімдер консольді қосымшаларды да, графикалық интерфейсі бар қосымшалар, соның ішінде WindowsForms технологиясын қолдайтын қосымшаларды да, сонымен қатар, веб-сайттарды, веб-қосымшаларды, веб-қызметтерді Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, Xbox, Windows Phone .NET Compact Framework және Microsoft Silverlight қолдайтын барлық платформалардың түпнұскалық және басқармалы кодтарында өңдеуге мүмкіндік береді.

Visual Studio 2015 (VS 2015) жүктеуге (сатыпалуға) қолжетімді, бірақ Team Foundation Server 2015– өңдеушілерге Microsoft онлайн-сервистерінің біртұтас құрамдас бөлігі – келесі айға дейін релиз-кандидат кезеңін де қалады.

Microsoft компаниясы Visual Studio 2015 соңғы версиясының анонсы шеңберінде сонымен қатар Visual Studio өкөжүйесінде әр түрлі құрылғыларды жүктеудің жаңа статистикасын жариялады. Мысал үшін, Visual Studio Community коммерциялық емес пайдалануға арналған өнімінің едәуір жақсартылған версиясы оның шығарылу уақытынан – жеті ай шамасынан бастап 5 млн.-нан көп жүктелді. Бұдан басқа, Visual Studio Online сервистеріне рұқсат алу үшін 3,2 млн. өңдеушілер тіркелген. Windows, Mac және Linux үшін Visual Studio Code бастапқы код редакторын жүктелу саны үш ай шығу уақытынан бастап 0,5 млн рет белгісіне дейін жетті. Жүктемелердің жартысынан көбі Mac және Linux пайдаланушыларына тиесілі.

«Егер Visual Studio туралы ойланатын болсақ, леймотив болып VS 2015 –кроссплатформалық құрылғылардың жиынтығы табылады», - деп С. «Сома» Сомасегарайтты, компанияның құрылғылар

және өңдеу технологиялары бөлімін басқаратын Microsoft вице президенті С. ССомасегаре. – «Өңдеушілер осы туралы сұранды, және біз олардың өтінішін орындадық».

Жылдам сілтемелербіз егжей-тегжейлі үшін қазып алдында осында біздің ең жиі сұраған сілтемелер тізімі 2 -суретте көрсетілген.

	Ерекшеліктер: үшін шығарылым жазбаларын қараңыз, Visual Studio 2015 жаңа немесе жаңартылған мүмкіндіктер туралы қосымша ақпарат алу үшін PTM , жаңарту 1 , жаңарту 2 , және жаңарту 3 .
	Платформаларда: біздің қараңыз, Visual Studio 2015 әрбір редакцияда қолжетімді білу үшін салыстыру Visual Studio ұсыныстары бетті.
	Жүйелік талаптар: қараңыз, Visual Studio 2015 әрбір басылымға жүйе талаптарын қарау үшін Visual Studio 2015 үйлесімділік бетті.
	Жүктеулер: Visual Studio орнату үшін, сіз веб орнатушысын жүктеп алуға болады Visual Studio Жүктеулер бетінде, немесе сіз бастап өнім орындалатын файл жүктеуге болады My.VisualStudio.com бетте (жазылым қажет), немесе сатылатын қораптағы өнімнен орнату медиа құралын пайдалану .
	Өнім кілті: қараңыз, сіздің өнім кілті табу үшін Visual Studio өнім кілті табыңыз : Қалай тақырыпты.
	Лицензиялау: қараңыз, жеке немесе кәсіпорын клиенттері үшін лицензиялау мүмкіндіктері туралы білу үшін Visual Studio және MSDN лицензиялау ақ қағазды.

2-сурет. Visual Studio 2015 жылдам сілтемелер

C# –объектілі-бағдарланған бағдарламалау тілі. 1998 – 2001 жылдары Microsoft компаниясында Андерс Хайлсберг жетекшілік еткен инженерлер тобымен Microsoft .NET платформасы үшін қосымшаларды өңдеуші негізгі тіл ретінде жасалған. C#пен компилятор .NET-тың стандартты қондырғысына кіреді, сондықтан онда Visual Studio сияқты инструменталды құралдарсыз-ақ жасауға және компилирлеуге болады. C# C-ұқсас синтаксисі бар тілдер тобына жатады, олардың ішінде оның синтаксисі C++ және Java-ға аса жақын. Тілдің статикалық типизациясы бар, ол полиморфизмді, операторлардың артық жұмысын (соның ішінде айқын және айқын емес көрсетілген типті операторлар), делегаттар, атрибуттар, уақиғалар, қасиеттер, жалпыланған типтер мен әдістер, тұйықталуды қолдайтын анонимді функциясы бар интераторлар, LINQ, алып тастаулар, XML форматындағы түсініктемелерді қолдайды [2]. C# тілі бағдарламалауды оқыту құралы ретінде бірнеше күмәнсіз қасиеттерге ие. Ол жақсы ұйымдастырылған, катал, оның көптеген функциялары қисынды және қолайлы. Кодты диагностикалау және өзгертудің дамытылған құралдары бағдарламалау процесін жағымды және тиімді етеді.

C#-ты бағдарламалаудың басқа тілдерімен салыстыру

C# бағдарламалау тілдерінің кең тарағандарының соңғысы болып табылып,.NETжұмыс істеу үшін арнайы жасалған қазіргі кездегі бағдарламалау тілдерінің барлық тәжірибесін сіңіріп және ең жақсы жақтарын жинауы керек.NETархитектурасының өзі оған объектілі-бағдарланған бағытталуды бұйырды (.NET астында жазуға болатын көптеген басқа тілдерге сияқты). Әрине, бұл ереже болып табылмайды, тіптен .NET бойынша функционалды тілдердің компиляторларын жасаумүмкін болады, бұл тақырыпта арнайы жұмыстар бар [3].

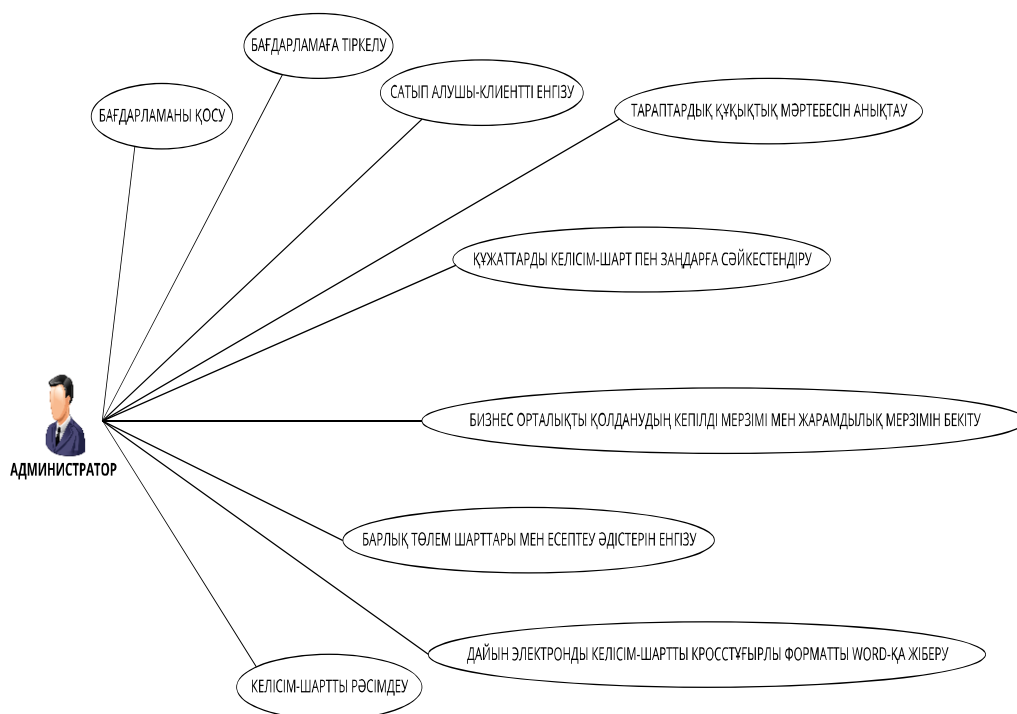
C# өзінің синтаксисін көбінде C++ және Java-дан мұраға алды. Бұл тілдерде қосымшалар жазу тәжірибесі бар өңдеушілер C#-та көп таныс сипаттарды табады. Бірақ, мұнымен қоса, ол көбінде новаторлық болып табылады – тілдің жалпы идеологиясына тамаша кірістірілген атрибуттар, делегаттар және уақиғалар .NET – өңдеушілерінің жүректерінде нық орын алды. Оларды кірістіру бағдарламалаудың қағида тұрғысында жаңа амалдарын қолдануға мүмкіндік берді.

Әрине, әлемдік қоғамның C#-ты салыстырудың ең сүйікті объектісі Java болып табылады. Ол дәл солай орындаудың виртуалды ортасында жұмыс істеу үшін жасалған, объектілі-бағдарланған архитектурасы және қоқыс жинаушысы бар, және сілтеме механизміне негізделген. Осы тілмен салыстырғанда бірден атаулар кеңістігінің иерархиялық жүйесінің синтаксистік қолдауы шығатын бір файлда бірнеше класстарды жариялау сияқты мүмкіндіктермен ерекшеленеді. ООП-концепцияларын жүзеге асырудан мұралану және іске асыру механизміндегі ұқсастықтар (Java-да да, C#-та да C++-пен салыстырғанда бірліктік мұралану, бірақ интерфейстердің көпшілік жүзеге асырылуы мүмкін). Бірақ

Java-да қасиеттер және индексторлар жоқ (сонымен қатар делегаттар және уақиғалар жоқ, бірақ олар тағы көп жерлерде жоқ). Сонымен бірге, контейнерлерді санап шығу мүмкіндігі бар.

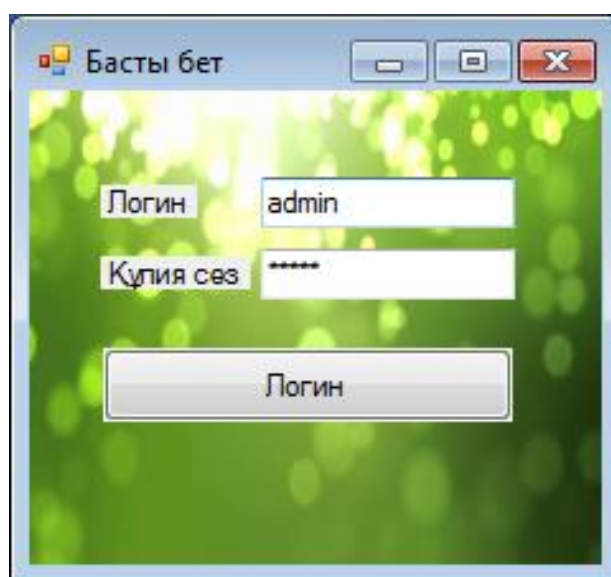
UML диаграммасы – элементтері жиынтығының графикалық көрінісі болып табылады, жиі түйіндерінің (тұлғалар) және жиектер (қарым-қатынастармен) бар қосылған диаграмма ретінде бейнеленген.

3-суретте қолданушы орындалатын әрекеттер тізбегі көрсетілген.



3-сурет. Прецеденттер диаграммасы

Нәтижесінде құрылған бағдарлама



4-сурет. Басты бет

«Ертам» Компания Ақпараты

Компания ақпараты

Компания аты: TOO EPTAM

Телефоны: 87786544858

Адресі: Байтұрсынова 108 а

Басқа ақпарат: 2001 жылы Алтын ғасыр бизнес орталығы өз атауын өзгертті



Жалға беру келісімшартын құру

Жұмысқа алу келісімшарты

Келісімшарттар

Қолданушы ақпараты



Аты жөні
Айнұр Сайлаубекқызы

Телефоны
87475566993

Тұрғылықты мекен жайы
Алматы, Қозы-Көрпеш 9а, 15б

Ролі
Администратор

6-сурет. «Ертам» компания ақпарат

Келісім шарт құрастыру

Келісім шарт нөмірі: 001

Қала: Алматы

Құжат құрау

Жалға беруші | Жалға алушы | Жалпы ақпараттар | Жауаптылық / Төлемдер

Жалға беруші

☒ Заңгерлік адам

☐ Жеке кәсіпкер

☐ Физикалық адам

Аты: Ахметов ИП

Аты-жөні: Ахметов

Қызметі: Директор

Негізі: Устав

Адрес: Байтұрсынова

Келісім мақсаты: Аренда офиса

Лицензия нөмірі: 02524534812348534

Берілген жері: МЮ РК

Реквизиттер мен құжаттар

ИИН: 941205200556

Телефон: 8 (727) 456 45 15

Факс: 8 (727) 456 45 16

БИН: 941205200556

ИИК: 941205200556

Банк: Банк центр кредит

БИК: КВ55416а21а54541аа

БИК: 65162848972

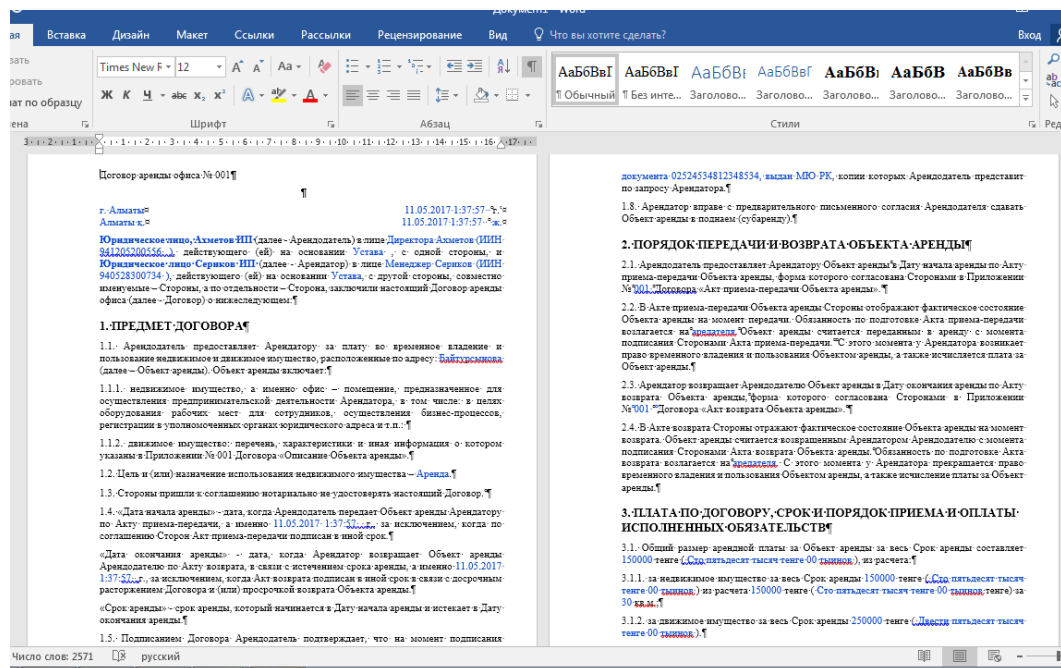
6-сурет. Келісім шарт құрастыру

Жалға беруші	Жалға алушы	Жалпы ақпараттар	Жауаптылық / Төлемдер
Жалға алушы ☒ Заңгерлік адам ☐ Жеке кәсіпкер ☐ Физикалық адам Аты Сериков ИП Аты-жөні Сериков Қызметі Менеджер ИИН 940528300734		Реквизиттер мен құжаттар Телефон 8 (747) 66 44 589 Факс 8 (727) 987 54 45 БИН 65461884124574 ИИК 25162635546884 Банк Банк центр кредит БИК KB74986465A654615P657K БИК 505152654651	

7-сурет. Жалға алушы

Жалға беруші	Жалға алушы	Жалпы ақпараттар	Жауаптылық / Төлемдер
Қабылдау және беру актісіне кім жауапты? Жалға алушы Қайтару актісі бойынша кім жауапты? Жалға алушы Ақшасы 150000 кв м2 Мөлшерлемесі 30 Офистегі мүлік құны 250000 Шығындар аренда бағасына енеді ☒ Күзет ☐ Коммуналды қызметтер ☒ Офисті тазалау ☐ Авто тұрақ		Төлем уақытының өзгеру уақыты Айына Төлемді төлеуді кешіктіру уақыты 1 апта Гаранциялық сомма 150000 Гаранциялық сомманы төлеп қою уақыты 1 апта Гаранциялық сомманы қайтару уақыты 1 апта Гаранциялық сомманы төлеу датасы 11 мая 2017 г. Келісім шартты бұзу 1 апта	

8-сурет. Жауаптылық/төлемдер



9-сурет. Word форматындағы толық келісім шарт

Қорытынды

Қорытындылай келе аталған бағдарлама адамның уақытын үнемдеп, заңды келісімге отырғызу. Сонымен қатар ешқандай заңгердің көмегіне жүгінбей және заң талаптарын сақтай отырып келісім шартқа қаржы төлемей келісімге отыру. Қазіргі таңда C# тілі бағдарлама құруға ыңғайлы болғандықтан қолданысқа ие.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Алекс Макки Представляем .NET 4.0: с Visual Studio 2010; Apress -, 2010. - 400 с.
- [2] Гуриков С. Р. Введение в программирование на языке Visual C#; Форум, Инфра-М, 2013. - 448 с.
- [3]. Фленов Михаил Библия C#; БХВ-Петербург, 2011. - 560 с.

Жунусбекова А.С., Канатов М.К.

Разработка приложения по автоматической генерации договоров с использованием базы данных

Резюме. Разработка приложения с использованием базы знаний для бизнес-центра заключение договора с офисами. Целью программы является экономия времени для соглашения. Рассмотрена среда разработки устройств программы это язык C# и Microsoft Visual Studio. Язык C# в настоящее время применяется в объектно – ориентированных программах и является предпочтительным.

Ключевые слова: Microsoft Visual Studio, C#.

Zhunusbekova A.S., Kanatov M.K.

The development of application for the automatic generation of contracts using the knowledge base

Summary. Development of an application using the knowledge base for a business center concluding a contract with offices. The goal of the program is to save time for the agreement. The software development environment for the program is C # and Microsoft Visual Studio. The C # language is currently used in object-oriented programs and is the preferred programming language.

Keywords: Microsoft Visual Studio, C Sharp.

Л.С. Нурабаева

(Тараз мемлекеттік педагогикалық институты, Тараз, Қазақстан Республикасы,

E-mail: www.lyazzat2781@mail.ru)

МОДУЛЬДІК ОҚЫТУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация: Мемлекетіміздің білім беру жүйесіне модульдік оқытудың технологиясын енгізу оқыту мазмұнына жаңа бағыт әкеледі. Модуль – жүйелілік деген ұғымды білдіреді. Оқу моделін құрылуда оқу циклі ретінде үш құрылымды бөліктен кіріспеден, сөйлесу бөлімнен және қорытынды бөлімнен тұрады. Оқу үрдісінде модульдік оқыту технологиясының тиімділігін триз технологиясымен салыстыра отырып анықтауға болады. Оқу модуліндегі ерекшелік: білімгерлер үш деңгейлік тапсырмалардың кез келгенін өз қалауы бойынша таңдап алады. Егер тапсырманы орындаса, келесі деңгейлік жұмысқа көше алады. Жоғары деңгейдегі тапсырмаға шамасы келмесе, төменгі деңгейдегі тапсырманы алуына мүмкіндік беріледі. Тұлғаның қабілетіне сай білімін білімін бағалауына жағдай жасалады, сондықтан өз күшіне, шамасына деген сенімділік қалыптасады.

Түйін сөздер: модульдік оқыту технологиясы, триз технологиясы, деңгейлік тапсырмалар

Жаңа ғасырдың білікті, білімді, ақыл-ойы дамыған азаматын даярлау – бүгінгі күн талабы. Мемлекетіміздің білім беру жүйесіне ерекше назар аударып отыруы оқыту мазмұнына жаңа бағыт әкеледі. Білім беру үрдісінде қолданыс тапқан педагогикалық технологиялар жаңаша сипат алады. Жаңаша педагог ғалымдар: Ш.А. Амонашвили білім беруді ізгілендіру технологиясында баланың жаны мен жүрегіне жылылық ұялату, танымдық күшін қалыптастыру, дамыту, білімін кеңейтуге, тереңдетуге жағдай жасау мақсатын көздейді. В.Ф. Шаталовтың белгі және сызба үлгілері негізінде қарқынды оқыту технологиясының ерекшелігі: материалдар ірілендіріліп, блоктық түрде тірек сызбалар арқылы беріледі. С.Н. Лысенкованың трек сигналдарын пайдалана отырып, қарқынды жеделдете оқыту технологиясында оқу материалдарының мазмұнының жүйелілігін сақтау, саралау, тапсырманың әр оқушыға жеткізілуі талап етіледі.

«Мұғалім өзінің білімін үздіксіз көтеріп отырғанда ғана мұғалім, ал, оқуды, ізденуді тоқтатқанда, оның ұстаздық еңбегінің жемісі болмайды», - деп К.Д. Ушинский айтқандай, оқушылар заман көшінен қалмай, жаңалықтың жаршысы болуы керек [1].

Бүгінгі таңда қазақстандық педагог ғалымдар: Ә.Жүнісбек, Ж.А.Қараев және М.Жанпейісовалардың еңбектері білім беру үрдістерінде кеңінен қолданылуда. Педагогика ғылымдарының докторы, профессор Қараев Жауынбай Амантұрұлының деңгейлеп оқыту педагогикалық технологиясының мақсаты жан-жақты дамыған тұлғаны қалыптастыру. Балалардың таным – қабілеттеріне сай төрт деңгейлік тапсырмалар даярлауда жеке тұлғаны жаңалыққа ұмтылуға итермелейтін жаңа қабілеттерін ашуға болатындығы ескеріледі. Егер осы қажеттілік қанағаттандырылса, тұлғаның қызығушылығы оянып, белсенділігі артатыны белгілі. Танымдық үрдісті дамытуда жүйелі білім берудің маңызы зор. Бұл тұрғыда п.ғ.к. М.Ж.Жанпейісованың модульдік оқыту технологиясын оқу үрдісінде енгізудің тиімділігін тәжірибе көрсетіп отыр. Модуль – жүйелілік деген ұғымды білдіреді. Оқу үрдісі құрылымы ортақ, бірақ мазмұны әр түрлі жеке блоктардан жасалады. Оқу модулі – оқыту жүйесінің бір бөлігі. Оқыту әдістемесінде, күнделікті сабақ жоспарында мұғалімнің өтілетін сабаққа қойған үш мақсатын білімгерлерге жеткізу талап етілмейді [2].

Модуль дегеніміз – қандай да бір жүйенің, ұйымының анықталатын дербес бөлігі. Оқу моделі қайта құрылуда оқу циклі ретінде үш құрылымды бөліктен кіріспеден, сөйлесу бөлімнен және қорытынды бөлімнен тұрады. Әр оқу модулінде сағат саны әр түрлі болады. Бұл оқу бағдарламасы бойынша сол тақырыпқа және тарауға бөлінген сағат санына байланысты болады.

Оқу модулінің бірінші сабағында мұғалім тыңдаушылардың жасына, даярлығына қарай: визуальдық лекция, лекция-кеңес, лекция - өзара сөйлесу, проблемалық лекция үлгілерін пайдаланады.

Лекция бірізділікпен, түсінікті тілмен баяндалып, көрнекілік, техникалық құралдар пайдаланғанда, міндетті түрде жазғызып, соңында негізгі ұғымдар бойынша әңгімелесіп, қорытынды жасалса нәтижелі болмақ.

Оқу модулінің сөйлесу бөлімінде тұтас оқып-үйренудің екінші операциялық – танымдық кезеңі іске асырылады. Оқу материалына қайта оралып, пысықтап, бекітуде білімгерлердің өзара сөйлесуін қамтамасыз етуге назар аударылады. Тұлғаны дамытатын жағымды эмоция тудыратын қызмет болғандықтан, оған оқу, танымдық қызметпен айналысудың ұнайтындығын, ақыл-ой жұмысынан қа-

нағат алуын ескеру қажет. Тұлғаның өзіне қиындық туғызатын деңгейде оқыту-дамыту құралы болып табылады. Үш деңгейлік тапсырмалар:

- Шығармашылығын дамыту

- Бағдарлама материалдарын мемлекеттік білім стандарты деңгейінде игеруіне негізделген. Үш деңгейде (қарапайым, орташа, күрделі) даярланған тапсырманы білімгерлер өздері таңдайды.

Оқу модулінің сөйлесу бөлімінде тұлғаның танымдық қабілетін жетілдіруге негізделген үш деңгейлік тапсырмаларды даярлауда Б.Блумның таксономиясына сүйену орынды. Олар мынадай түрде беріледі:

III деңгей – білу, түсіну (жеңілдетілген) тақырыпты қарапайым білім мен түсінік деңгейде игеру;

II деңгей – қолдану, талдау. Мемлекеттік білім стандартының талаптарына сай алған білімін қолдана білу, талдау деңгейін игеру;

I деңгей – топтау, бағалау. Күрделірек дәрежедегі («стандарттан жоғары») тапсырмалар алған бөлімді топтау, бағалауға бағытталады) [3].

Оқу модуліндегі ерекшелік: білімгерлер үш деңгейлік тапсырмалардың кез келгенін өз қалауы бойынша таңдап алады. Егер тапсырманы орындаса, келесі деңгейлік жұмысқа көше алады. Жоғары деңгейдегі тапсырмаға шамасы келмесе, төменгі деңгейдегі тапсырманы алуына мүмкіндік беріледі. Тұлғаның қабілетіне сай білімін білімін бағалауына жағдай жасалады, сондықтан өз күшіне, шамасына деген сенімділік қалыптасады. Өзін-өзі бағалау – топтық және бірін бірі бағалау әдісі де шыншылдыққа турашылдыққа тәрбиелейді. Білім бағалау ұпай (балдық) жүйесімен есептеледі. Егер білімгер бағасын журналға қойғызғысы келмесе, оқу модулінің сөйлесу бөліміндегі келесі сабақтарда жоғары ұпай жинауына мүмкіндік беріліп, ынтасын арттыруға жағдай жасалады.

Ж. Қараевтың технологиясындағы төрт деңгейлік тапсырмаларында да кездеседі.

I. Жаңа өтілген тақырыпты қайталап, пысықтау, ереже жаттау;

I. Ойлау қабілетін жетілдіру;

III. Танымдық іздену (эвристикалық);

IV. Ұғым, түсінік, қиялын тәзірибеде қолдану талаптарын қояды.

Жеке тұлғаның біліктілігі мен дағдысын қалыптастыру және білім деңгейін айқындауда деңгейлік тапсырмалар барлық білімгерлерге ұсынылады. Олар жұмыла іске кіріскенде, мұғалім үлгерімі төмендерге дербес, жекелей көмек бере алады. Бірінші деңгейдің «міндетті», «оқушылық» жұмысын жаппай орындау мемлекеттік стандартқа сай жүргізіледі. Әр деңгейлік тапсырма бойынша ұпай саны белгіленіп, рейтингтік жүйемен жинақталып, мониторинг бойынша бағаланады. Жоғары деңгейлік тапсырмаларды дұрыс орындаса, ұпай санының артуынан көтеріңкі баға алуына мүмкіндік беріледі, дамыта оқыту жүзеге асады.

Деңгейлік тапсырмаларды даярлауда мұғалім мыналарды басшылыққа алуы қажет:

1. Меңгерген білімді қайталау, пысықтау, тақырыптың өмірімен байланыстылығы;

2. Тұлғаның ойлау қабілетін дамытуға танымдық ойындар: сөзжұмбақтар, басқатырғылар (головолломки), өзгертпесөз (анаграмма), тлысымсөз (сканворд), сөзөрім (кроссворд) пайдалану;

3. Танымдық қабілеттерін дамытатын ойын элементтерін енгізу, диаграмма, графиктер, тірек сызбалар сызу, ой қорыту;

4. Ұғым, түсінік, қиял, ой еңбегіне негізделген өзіндік жұмыс, реферат, баяндама т. б. назарда болуы тиіс.

Бұл технологияның ерекшелігі: әр тұлға өз бетінше жұмыс жүргізуге дағдыланады, Тапсырманың күрделену деңгейіне сәйкес ойлау қабілеті артады, жасқаншақтықтан арылады. Білім берудің жаңа мазмұны тұлғаның білімін, білігін, дағдысын емес, оның білім алу арқылы дамуына ерекше көңіл бөлуді талап етеді.

Модульдік оқыту технологиясында «толық меңгеру» әдістемесінің негізгі қағидалары басшылыққа алынған. «Толық меңгеру» әдістемесінің негізгі қағидалары басшылыққа алынған. «Толық меңгеру» әдістемесінің негізгі идеяларын 1960 жылы Америка психологтары: Д.Ж.Кэррол мен Б.Блум ұсынған. Олар тұлғаның танымдық қабілетін дамытуға мүмкіндік жасап, оқу нәтижесін тіркеп отыратын параметрге айналдыруды ұсынады. М.Жанпейісова оқу модулінің қорытынды (бақылау) бөлімінде осы қағидалар бақылау жүргізу, диагностикалық тест арқылы жүзеге асатынын атап көрсеткен. Тұлғаның танымдық қызметінің нәтижесін бақылаудың:

- ✓ тестілеу – міндетті түрде;

- ✓ сынақ, бақылау, диктант мұғалімнің таңдауы бойынша жүргізуді нақтылайды.

Оқушылардың білім деңгейін қысқа уақыт ішінде анықтауға мүмкіндік беретін әдіс-тест әдісі. Тест әдісі ағылшын тілінен аударғанда «өлшеу», «сынау» деген мағынаны білдіреді. М.Жанпейісова

оқу модулінің тұтас мазмұны бойынша оқу бағдарламасы негізінде тестік тапсырмалар құрастыруда ескірген, күрделі, маңызы жоқ яғни тым қарапайым материалдарды тестіге енгізуге болмайтынын ескертеді. Тест сұрақтарын екі топқа бөліп қарастырады.

- Абстрактілі – негізгі ережелер мен пәнаралық байланысты айқындайды.
- Нақты – орташа күрделірек дәрежедегі нақты материалдар бойынша білімін айқындайды.

Тест тапсырмаларының талапқа сай құрастырылғанын білімгерлердің жауаптарын тексеру барысында жинақталған пайызын негізге ала отырып анықтау тиімді. Н.С. Бернштейннің (1968) пікірінше, дұрыс жауаптары 80-90 %-дан аспайтын болса, 10-15 %-дан кем болмаса тестілердің талапқа сай құрылғандығы деп есептеу орынды.

М.Жанпейісованың модульдік оқыту технологиясы бойынша теориялық білім алғаннан кейін үш кезеңнен тұратын оқу модулін даярлау қажет.

- Мұғалімнің модульді даярлауы;
- Мұғалімнің сөйлесу бөлімін даярлау әрекетінің құрылмы;
- Қорытынды.

1.Бірінші кезеңде кіріспе бөлімінде мұғалімнің іс-әрекеті футлярға салыып, модульдің құрылысымен, шығармашылық жұмыстарының тақырыптарымен беріледі. В.Ф. Шаталовтың технологиясындағы трек сызбаларды сабақтың тақырыбы мен мақсатына сай дайындау керек. Оқу материалын баяндау формалары оқушылардың жас ерекшеліктеріне қарай жасалады. Визуалдық лекция, лекция-кеңес, лекция-өзара сөйлесу, проблемалық лекция мұғалімнің шеберлігіне байланысты әзірленеді. Лекцияны түсінікті тілмен баяндап, негізгі ұғымдарға назар аударуға тірек сөздер, тірек конспект, тірек сызбалар мен техникалық құралдарды қолдану тиімділігін алдын ала ойластырған жөн [4].

2.Екінші кезеңде сөйлесу бөлімінде жұмыс істеу үшін оқу материалының негізгі мазмұнн айқындау керек. Оқу материалдарының жеңілден күрделіге өсу бағытымен берілетінін ескере отырып, тақырыпты меңгерту, берген білімді дамыту, пысықтау, бекітуге ыңғайлы ойын формаларын сұрыптап шартын анықтау керек. Оқушылардың таным қабілеттерін дамытуда Б.Блумның таксономиясы бойынша білу-түсіну, қолдану талдау, топтау, топтау-бағалау, мемлекеттік жалпыға міндетті стандарт талаптарына сай үш деңгейлік тапсырмалар жүйесін дайындау қажет. Барлық оқушыға үлестіретін материалдарды көбейтіп қою тиімді.

3.Үшінші кезеңде оқушылардан қабылданатын бақылау жұмыстарының мәтінін, екі нұсқада 10 сұрақтан тұратын тест тапсырмаларын 10 минутқа лайықтап әзірлеу керек. Сынақ сұрақтарын, реле сынақ немесе оқу пәні бойынша конференция, семинар өткізудің жоспарын дайындау қажет. Мұғалімнің қалауы бойынша таңдау толықтыру, жүйелілік, сәйкестік, нақтылау, балама жауаптары бар (ия, жоқ) құрастырылған (комбинированный) тест түрлері қолданылады. Сөйлесу бөлімінде ерекше белсенділік танытқандарды сынақтан босатуға болады. Бақылаудың барлық түрінен модуль бойынша қорытынды баға шығатыны ескертіледі. Оқу модулін әзірлеуде жоғарыда көрсетілген ұсыныстарды басшылыққа ала отырып, сабақ өткізетін пәннен модульдік оқыту технологиясының жоспарын жасауға болады.

1-кесте. Модульдік және триз оқыту технологиясы

Триз технологиясы	Модульдік оқыту технологиясы
Бекіту кезінде қолданылады	Сөйлесу бөлімінде қолданылады
Тұлғаның белсенділігін арттырады	Тұлғаның танымдық қабілетін арттырады
Морфологиялық тіл сабақтарында, үйірме жұмыстарында пайдаланған тиімді	Білу, түсіну, қолдану, талдау, топтау, бағалау.
Факультативтік сабақтарда, үйірме жұмыстарында қысқаша түсінік береді	Үлкен тарау, бөлімді тұтас түсінуге бағыт береді.
Тапсырманы қарапайымнан күрделіге қарай кезең кезеңмен орындау	Тапсырманы орындау мүмкіндігіне қарай таңдайды.
Менен артық жоқ жекеден жалпыға қағидасы	Жалпыдан жекеге қағидасы жүзеге асады
Белсенділігі төмен	Белсенділігі жоғары
Әлеуметтік теңсіздік сақталады	Бәрі бірдей
Хабарлама жасау, түсіндіру	Өз бетімен жұмыс жүргізіп, білім жинақтайды, ешкімге зияндық жасамайды
Бес балдық жүйе сақталады	Деңгейлік тапсырмаларды білім деңгейіне қарай таңдайды
Ойлау қабілетінің дамуында қарсыласы болмайды	Тақырыпты өз еркімен таңдайды

Оқу үрдісінде модульдік оқыту технологиясының тиімділігін триз технологиясымен салыстыра отырып анықтауға болады. Белгілі ғалым, инженер, талантты жазушы Генрих Саулович Альтшулер (1926-1998) триздің негізін салды. Ол сабақ барысында өтілген тақырыпты бекіту кездерінде триз технологиясын қолдануды ұсынды. Шығармашылық жұмыс білімгерлерге интеллектуалды жеңіс, жағымды эмоция, қуаныш сыйлайтынын ескеріп, тризді факультативтік сабақта, үйірме жұмыстарында қолданған тиімді екенін модульдік оқыту технологиясымен триздің ерекшеліктерін салыстыра отырып көз жеткізуге болады [5].

Оқу модулін құрудың тағы бір ерекшелігі - мұғалімнің даярлық жүйесі. Мұғалім бір оқу модуліне бөлінетін сағат санын анықтап алғаннан соң, оның мақсатын, мазмұнын және нәтижелерін, сондай-ақ осы модуль сабақтарын ұйымдастырудың формасын ойластырып, оқу модулін құрады. [4,6]

Мұғалімнің алдын-ала жұмысы төмендегідей әрекет – қадамдардан тұрады:

1 қадам: Берілген тарау, блок немесе тақырып бойынша бағдарламада меңгерілуі тиіс деп көрсетілген міндетті білім, білік және дағдыларды, сондай-ақ оқыту мақсаттары мен міндеттерін айқындау.

2 қадам: Берілген модуль бойынша оқу материалының тұтас мазмұнын оқып-зерттеу.

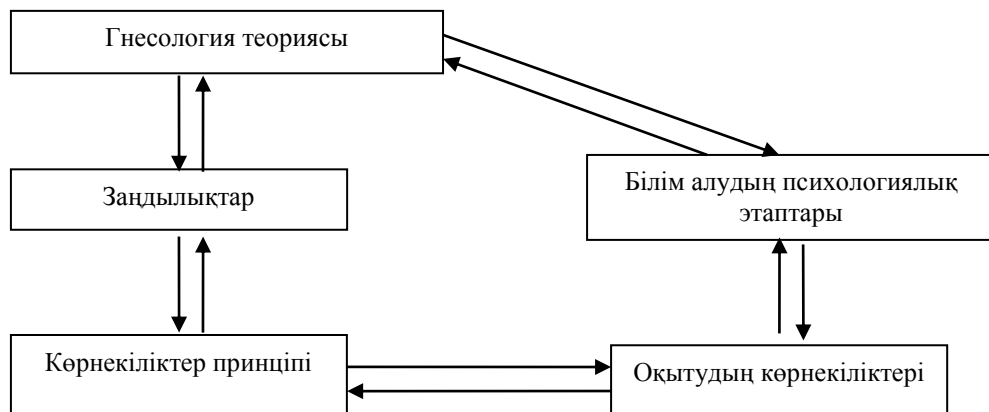
3 қадам: Берілген модуль бойынша негізгі мағынаны білдіретін түйінді ұғымдарды, (тест) тақырып бойынша негізгі ақпарат беретін рельефтік (код сияқты) сөздерді табу. Олардың өзара байланысы мен өзара бағышытылығын анықтау.

4 қадам: Тұтас тақырып бойынша тірек сызбаларын құрастыру (анықталған түйінді ұғымдар мен “кодтар” негізінде).

5 қадам: Оқу модулінің тұтас мазмұны бойынша тестілік тапсырмалар құрастыру (15-20 тапсырма шамасында).

6 қадам: Берілген модульдегі оқу материалының тұтас мазмұны бойынша сынаққа қажетті сұрақтар мен тапсырмалар блогын құрастыру. (Оқу пәнінің өзіндік ерекшелігіне орай сынақты диктантпен, бақылау жұмысымен алмастыруға) болады.

7 қадам: Сөйлесу бөлімін әзірлеу. Оқытудың белсенді формаларын таңдау. Оқу материалының мазмұны бойынша әрбір оқушыға арнап бірінші күрделілік дәрежесіндегі, орташа күрделілік дәрежесіндегі тапсырмалар және оқытудың ізденушілік (зерттеушілік) элементтер бар аса күрделі дәрежедегі тапсырмалар әзірленеді



1-сурет. Модульдік оқытуды жүзеге асырудың негізі

Оқу модульның құрылымдық бөлімдерінің әрқайсысына кеңінен тоқталып, қарастырсақ.

Оқу модулінің кіріспе бөлімі. Психологтардың пайымдауынша, әрбір дербес тарауды (тақырыпты) оқып-үйрену 3 негізі кезеңнен:

1. кіріспе – қызықтырушылық;
2. операциялық – танымдық;
3. рефлексиялық – бағалау кезеңдерінен тұруы тиіс.

Аталмыш модульде кіріспе – қызықтырушылық кезең кіріспе бөлімінде іске асырылады [6].

Бұл кезеңде оқушылар бағдарламаның осы тарауын неге және не үшін оқып-үйренулері керек, өздері нақты нені меңгеріп, үйренулері тиіс, алдағы жұмыстың негізгі оқу міндетті қандай екенін түйсінуі қажет.

Психологтар дәлелдегендей, білімді неғұрлым тиянақты меңгеру үшін оқушылардың мақсатты түсінуі (мақсаттың қозғаушы, қызықтырушы күш болуы) аса маңызды. Ол үшін, психологтардың пікірінше, мақсат (нені білу, нені үйрену), оның мағынасы (бұл не үшін қажет) нақты айқын белгіленіп, мақсатқа жету тәсілдері көрсетілуі керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Аманашвили Ш.А. Воспитательная и образовательная функция оценки учения школьников. - М., 2002.
- [2] Жампейісова М.М. Технология модульного обучения. – Ақтөбе, 2005
- [3] Кларин М.В. Инновационные модели обучения зарубежных педагогических поисках. - М., 2007
- [4] Сарбасова Т.С., Бейсенбаев Ж.Т. Білім беру модернизациясының әлемдік тәжірибесі және оқытудың интерактивті әдістері. А., 2009.
- [5] Таубаева Ш.Т. Оқытуың қазіргі технологиялары //Бастауыш мектеп. -2007. №4.
- [6] Селевко Г.К. Современные технологии в образовании. –М., 2009.

Нурабаева Л.С.

Технология и особенности модульного обучения

Резюме. Внедрение технологию модульного обучения в систему образования нашего государства привела к новому методу обучения. Модуль означает системность. В структуре модульного обучения создаются три учебных цикла, это введения, разговорные разделы и заключения. Эффективность модульного обучения в учебном процессе, можно определить в сравнении с технологией триз. Особенности модульного обучения: студенты могут выбрать по своему усмотрению любые из трех уровней заданий. Если студент выполнил задания, то он может переходить на следующий уровень заданий. Если студент не может выполнить задания высокого уровня, то ему предоставляется возможность решать задания низкого уровня. Таким образом у человека появляется оценить свои силы, способности в учении.

Ключевые слова: технология модульного обучения, технология триз, разноуровневые задания

Nurabaeva L.S.

The technology and peculiarity of module teaching

Summary. Introducing the module teaching to educational system of our state brings a new trend to contents of teaching. Module-means systematic, methodical. Construction of module teaching consists of three cycles: introduction, speaking and conclusion. In the process of study we can define the advantage of module teaching in comparison with triz technology. The peculiarity of module study: students can choose any of the three level tasks as they like. If a student fulfils the task, he may take another level. If he cant manage with the high level task the student is allowed to take a low level task. Due to individuals ability he can evaluate his own knowledge thanks to a given suitable condition, therefore it gives credibility to him to his own might.

Key words: module teaching technology, triz technology, level tasks.

УДК 622 692.4.532.542

**Е.К. Калдығозов¹, А.Е. Калдығозов¹, С.Т.Танашев¹,
М.Д. Идирисов¹, Ж.Т.Албаева², Н.Е. Джунуспеков³**

¹Южно – Казахстанский Государственный университет им. М. Ауезова, Казахстан, Шымкент

² Казахский Национальный исследовательский технический университет им.К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, albaeva@inbox.ru

³Казахский инженерно-педагогический университет дружбы народов, Казахстан, Шымкент)

ДОБАВКА ОКСИГЕНАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Аннотация: Применение оксигенатов - октаноповышающие присадки, без изменения компонентного состава бензина можно получить экологически чистое высокооктановое автомобильное топливо. Все применяемые присадки обладают высоким октаноповышающим эффектом. Наиболее хороший результат достигается при применении небольшой концентраций кислородсодержащего изопропилового спирта октановое число по моторному методу вырастает на 3,7 и по исследовательскому методу на 5,2 пункта

Ключевые слова: октановое число, автомобильные бензины, ароматические углеводороды, эталонное топливо, присадки, детонационная стойкость, химическая стабильность

Рост автомобильного парка, в том числе зарубежного производства, использующих высокие степени сжатия топливно-воздушной смеси, потребовал для эксплуатации высокооктановые бензины типа АИ-92, АИ-95, АИ-98. Традиционный способ получения высокооктановых бензинов заключается в использовании производных свинца в качестве антидетонационной присадки. Если в топливе преобладают углеводороды, не образующие в условиях предпламенного окисления значительного количества перекисей, то взрывного распада не произойдёт, смесь не пересыщается активными частицами и сгорание, будет проходить с обычными скоростями, без детонации. Оценка детонационной стойкости (ДС) или антидетонационных свойств углеводородов и топлив проводится на стационарных одноцилиндровых двигателях. В основе всех методов оценки ДС лежит принцип сравнения испытуемого топлива со смесями эталонных топлив, в качестве которых выбран изооктан и гептан, а за меру детонационной стойкости принято октановое число /3/.

Продукты сгорания моторных топлив – один из основных загрязнителей воздушного бассейна. По мере увеличения объёма потребления топлив возрастает содержание в воздухе таких наиболее токсичных составляющих отработавших газов (ОГ) двигателей, как соединения свинца, оксиды азота, монооксид углерода, несгоревшие углеводороды. Среди последних главную опасность представляют ароматические углеводороды, особенно бензол. Опасны также твёрдые продукты неполного сгорания топлив – сажа. Вредное воздействие сажи на человека связано с адсорбцией частицами многих продуктов сгорания, стимулирующих образование злокачественных опухолей. Кроме того, при наличии в бензине тетраэтилсвинца (ТЭС) нельзя использовать на автомобилях нейтрализаторы (дожигатели) ОГ, так как их каталитическая основа быстро отравляется оксидами свинца.

Большую угрозу для здоровья человека представляют и пары моторных топлив, содержание которых в атмосфере с увеличением объёма производства также возрастает. Из этого следует, что токсичность ОГ и паров моторных топлив зависит от их углеводородного состава и наличия различных добавок. Поэтому улучшение качества бензинов с целью повышения экологической безопасности их применения достигалось изменением углеводородного и химического составов топлив. В основном уменьшали содержание или полностью исключали применение в бензинах антидетонаторов на основе высокотоксичного ТЭС. При снижении содержания ТЭС в бензины стали вовлекать высокооктановые присадки : изопарафиновые углеводороды и оксигенаты /1-6/. Неэтилированные бензины отличаются сравнительно небольшим количеством ароматических углеводородов, необходимая детонационная стойкость достигается повышением содержания высокооктановых изопарафиновых углеводородов. Наиболее перспективными являются кислородоповышающие добавки, или оксигенаты: низшие алифатические спирты, метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) или его смесь с трет-бутанолом под названием фэтерол и др. Во всём мире запатентовано и используется множество октаноповышающих добавок и присадок и топливных композиций на их основе. Спектр используемых оксигенатов велик: эфиры – метил-трет-бутиловый (МТБЭ), метил-трет-амиловый (МТАЭ), этил-трет-бутиловый (ЭТБЭ), диизопропиловый (ДИПЭ), этил-трет-амиловый (ЭТАЭ); спирты – метанол, этанол, изопропанол и некоторые высшие.

Таблица 2. Физико-химические свойства некоторых оксигенатов

Показатели	Метанол	Этанол	ИПС	ТБС	ББС	МТБЭ	МТАЭ
Плотность при 20°C, кг/см ³	795	790	780	780	802	740	770
Теплота, кДж/кг							
Сгорания	22707	26945	33300	35590	35690	38220	39392
Испарения	1104	839	666	536	562	337	326
Температура вспышки, °C	6,5	12	13	11	24	28	-
Октан. число							
По м.м	122	121	117	106	108	115	108
По и.м	93	97	95	94	91	97	96
Давление насыщенных паров, кПа	35	17	13	14	9,7	61	22

Обозначения: ИПС - изопропиловый спирт, ТБС - трет-бутиловый спирт, ВБС - вторбутиловый спирт, МТБЭ – метил-трет-бутиловый эфир, МТАЭ – метил-трет-амиловый эфир.

Эти добавки обладают высоким октановым числом смешения, низкой летучестью, минимальным нагарообразованием и пониженной фотохимической активностью. В их присутствии увеличивается полнота сгорания топлива, в результате выбросы оксида углерода снижаются на 32,5%, углеводородов – на 14,5%. Благодаря применению оксигенатов улучшаются экологические и эксплуатационные характеристики бензина. Общим недостатком спиртов является увеличение выбросов альдегидов приблизительно в 2-4 раза, однако добавлением воды до 5% можно снизить этот показатель. Применение метанола, несмотря на его высокое октановое число смешения (94 по м.м и 111 по и.м) ограничено, а в ряде стран запрещено вследствие его высокой токсичности, летучести, а также повышенной гигроскопичностью, которая создаёт ещё и ряд технических трудностей при использовании спирто-бензиновых смесей. Этанол – менее гигроскопичен, имеет большую теплоту сгорания и меньшую теплоту испарения, менее токсичен, чем метанол. Кроме того, в отработанных газах автомобиля, использовавших бензин с добавлением этанола, среди альдегидов преобладает ацетальдегид, значительно менее опасный, чем формальдегид, образующийся при окислении метанола. В США топлива содержат 10% этанола, в Бразилии от 2-8%, в Швеции используют топливо Е-85, в составе которого 85% этанола, в России применяется топливо с 5% этанола, но широкого применения пока не нашло. Исследование октановых добавок на основе этанола ведутся давно, запатентовано огромное количество составов включающих в себя чаще всего этанол, стабилизаторы, ингибиторы коррозии, совместно с другими антидетонаторами (МТБЭ, высшими спиртами, ароматическими аминами, соединениями железа или марганца), а также моющие, противообледенительные и прочие компоненты, позволяющие расширить область применения добавок. Рассмотрим кислородсодержащую присадку на основе изопропанола. При практических испытаниях на бензине присадка ИПС, позволяет прирост октанового числа на 4-5 пунктов, поэтому можно рекомендовать её в качестве эффективного средства для получения товарных бензинов. Испытания проводились согласно ГОСТ 511-82 на моторной установке УИТ-65. Для применения ИПС в качестве октаноповышающей добавки к автомобильным топливам очень важны показатели, характеризующие антидетонационную эффективность, теплотворную способность, химическую стабильность. Антидетонационную эффективность ИПС оценивали по приросту октанового числа (До.ч) смеси »70«(смесь изооктана и н-гептана в соответствии 70:30% об., 70,0м.м и 70,0 и.м) и контрольного топлива КТ-2 (смесь толуола и н-гептана в соотношении 62:38% об, о.ч 71,3 м.м и 80,8 м.м). В табл.3 представлены результаты испытаний ИПС. Анализ данных показывает, что изопропиловый спирт обладает высокой антидетонационной эффективностью.

Таблица 3. Результаты детонационных испытаний выбранных топливных композиций с изопропиловым спиртом (ИПС)

Содержание ИПС в композиции, % масс.	Смесь 70	КТ-2
	Прирост октанового числа	
	м.м/и.м	м.м/и.м
5	2,8/4,0	2,1/2,2
10	6,0/7,3	3,6/4,7

Следует отметить, что применение ИПС в чистом виде не решает полностью проблемы перевода низкооктановых бензинов в высокооктановые. Кроме того, в связи с ужесточением требований по выбросам отработавших газов автомобилей (ОГ) композиция должна быть многофункциональной и наряду с антидетонационным эффектом её использование в бензине должно способствовать снижению в ОГ окиси углерода (СО) и несгоревших углеводородов (СН).

Таблица 4. Результаты детонационных испытаний топливных композиций с этанолом

Содержание в композиции,% масс.	Смесь 70	КТ-2
	Прирост октанового числа	
	м.м/и.м	м.м/и.м
1,0	4,2/5,3	4,2/4,5
1,3	6,0/6,8	5,5/5,5

Следует отметить, что основным недостатком бензиноэтанольных топлив является их фазовая нестабильность, обусловленная наличием в них небольших количеств воды и, как следствие, ограниченной взаимной растворимостью компонентов. Введение в такое топливо добавок на основе изопропанола, являющихся в данном случае стабилизаторами, позволит расширить область гомогенных составов при температурах ниже минус 25°C. Применение композиционных добавок с использованием изопропилового спирта позволяет организовать производство высокооктановых бензинов на базе А-76 (АИ-80) без увеличения содержания в них ароматических углеводородов. В качестве объекта исследования были использованы бензиновые фракции процессов каталитического крекинга и каталитического риформинга (см.таблицу 5). Смешение проводилось присадки с бензинами при комнатной температуре с помощью лабораторной мешалки.

Таблица 5. Свойства бензиновых фракций термокatalитических процессов

Показатели	Стабильный бензин каталитического риформинга	Стабильный бензин каталитического крекинга
Плотность при 20°C, г/см ³	0,761	0,748
Октановое число: М.М	80	78
И.М	88	89
Смолы, мг/100см топлива	1,43	5,7
Сера, % мас.	0,003	0,071
Давление насыщенных паров, мм.рт.ст.	216	188
Температура, °C н.к	45	44
50%	101	114
90%	134	151
	157	197
	193	
Групповой химический состав, %мас:		
Олефинов		
Нафтен	-	5
парафинов	48	7
Изопарафинов	3	21
	11	35
	38	

Как видно из таблицы, бензины, имея близкие октановые числа, отличаются друг от друга по другим физико-химическим характеристикам, в особенности по своему структурно-групповому составу. Именно этим фактором можно объяснить различный антидетонационный эффект от применения присадки на разных бензинах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. – М.: Химия, 1996. -232с.
- [2] Данилов А.М. Улучшение экологических топлив при помощи присадок. ХТТМ. –1990. - № 6. С 31-33
- [3] Данилов А.М, Емельянов В.Е, Митусова Т.Е. Разработка и производство экологически улучшенных моторных топлив. – ЦНИИТЭнергохим, 1994. –С.21
- [4] Рассказчикова Т.В., Капустин В.М., Карпов С.А. Этанол как высокооктановая добавка к автомобильным топливам. -ХТТМ. –2004 - № 4, С.3
- [5] Онойченко С.Н, Емельянов В.Е, Александрова Е.В. Использование добавок на основе изопропанола при производстве бензинов. ХТТМ – 2003 - № 2, С.32
- [6] Онойченко С.Н, Емельянов В.Е, Крылов И.Ф. Современные и перспективные автомобильные бензины. -ХТТМ.- 2003.- № 6, - С.3

Калдыгозов Е.К., Калдыгозов А.Е., Танашев С.Т., Идирисов М.Д., Албаева Ж.Т., Джунуспеков Н.Е.

Автомобильді бензиннің экологиялық қасиеттерін жақсартуда оксигенаттарды қосу

Түйіндеме: Оксигенаттарды қолдану - октан санын жоғарылатқыш қоспалар, олар бензиннің құрамын өзгертпей экологиялық таза жоғары октанды бензин алу болып табылады. Барлық қолданылатын октан санын жоғарылатқыш қоспалар октан санын көтеру қасиетіне ие. Ең жақсы көрсеткіш аз концентратты құрамында қышқылы бар изопропил спирті бар қоспа, бензиннің октан санын мотор әдісімен 3,7 ал зерттеу әдісімен 5,2 пунктқа дейін көтереді.

Кілттік сөздер: октанды сан, автомобильді бензин, ароматты көмірсутектер, эталонды отын, мұнай өнімдеге қосатын арнайы қоспалар, детанациялық тұрақтылық, химиялық тұрақтылық

Kaldkozov E.K., Kaldkozov A., Tanashev A.S., Idrisov M.D., Albaeva Zh.T., Dzhusupbekov N.E.

Addition of oxygenates for the improvement of ecological properties of motor gasolines

Summary: Application of oxygenates - octane-raising additives, without changing the component composition of gasoline, allows gaining environmentally friendly high-octane automobile fuel. All applied additives have a high octane-raising effect. The best result is achieved while using small concentrations of oxygen-containing isopropyl alcohol, the octane number by the motor method increases by 3.7 and by the research method by 5.2 points.
Key words: octane number, automobile gasolines, aromatic hydrocarbons, sample fuel, additives, detonation resistance, chemical stability

УДК 53.087- 577.391-621.039 614.8.086.52

¹Е.К. Самбаев, ¹А.Г. Жумалина, ²А. Сакагучи, ³С. Эндо, ³М. Хоши,
¹К.Ш. Жумадилов

(¹Международная кафедра ядерной физики, новых материалов и технологий,
Евразийский Национальный Университет им. Гумилева Л.Н., Астана, Казахстан;

²Университет Цукубы, Цукуба, Япония;

³Университет Хиросимы, Хиросима, Япония

Sambayev.ernaz@gmail.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В АТМОСФЕРЕ ГОРОДА АСТАНЫ

Аннотация. Любой вид человеческой деятельности приводит не только к желаемым результатам, но и к неизбежным экологическим последствиям. Радионуклиды, находящиеся в воздухе захватываются аэрозолями и атмосферными осадками, поступают в приземную часть атмосферы, поверхность воды и организм человека. В настоящей статье описана методика отбора проб аэрозолей и анализ полученных данных. Совместно с учёными из университета Хиросимы и университета Цукубы был произведён мониторинг состава аэрозолей в воздухе над городом Астана.

Ключевые слова: каскад импакторов, радионуклидный и микроэлементный анализ, бериллий, свинец, цезий.

ВВЕДЕНИЕ

С ростом технического прогресса растёт риск загрязнения окружающей среды. Огромное количество искусственных радионуклидов было выпущено в атмосферу, это и испытания ядерного оружия и аварии катастрофы на атомных станциях. Мониторинг уровня радиоактивного загрязнения воздуха в атмосфере в различных частях земного шара показывает повышенный радиационный фон в зависимости от близости расположения той или иной техногенной катастрофы.

Статистические данные свидетельствуют об увеличении темпов роста количества раковых больных, так по прогнозу всемирной организации здравоохранения число случаев заболевания от рака будет продолжать расти от 14 миллионов в 2012 году до 22 миллионов в следующие десятилетия.[1]

Рак лёгкого – одно из наиболее распространённых злокачественных образований. Ежегодно в мире регистрируется 1 600 000 новых больных раком легкого и 1 200 000 смертей от этого злокачественного новообразования, что составляет 13% всех заболевших злокачественными новообразованиями и 18% умерших от них. Доля рака легкого в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского населения стран СНГ колебалась от 11% в Узбекистане до 18—28% в России, Беларуси, Украине, Казахстане, Кыргызстане, Азербайджане и Армении[2].

употребление табака и алкоголя;

- загрязнение воздуха в городах;
- ионизирующее и неионизирующее излучение;
- задымленность помещений в результате использования в домах твердых видов топлива.
- излишний вес или ожирение;
- нездоровое питание при употреблении в пищу недостаточного количества фруктов и овощей;
- отсутствие физической активности;
- инфекцию HBV.

Таблица 1. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в Казахстане за период 2005-2014 года [3]

год	заболеваемость злокачественными новообразованиями	
	абс. число	на 100 000 населения
2005	29153	192,5
2006	28573	186,7
2007	28598	184,7
2008	28330	180,7
2009	29071	182,6
2010	29574	181,2
2011	30299	183,0
2012	32005	190,6
2013	33029	193,9
2014	34352	198,8

Анализ элементного состава аэрозолей входящих в воздух, которым мы дышим, позволит выяснить уровень загрязнения и необходимые меры по предостережению негативных последствий на организм человека. Измерения с использованием каскада импакторов на автоматизированных станциях показывают высокую степень задержания имеющихся в воздухе радионуклидов и микроэлементов. Данный метод позволяет оценить массу и размеры накопленных в мембранах радионуклидов, а так же процентный состав каждого элемента в 1 кубическом метре воздуха.

Каскад импакторов – устройство для отбора проб, в котором накапливаются частицы, отбираемые из аэрозоля, на серии накопительных пластин, используя принцип осаждения.

Исследования в области радиационной защиты и безопасности человека на фоне растущего числа раковых заболеваний среди населения являются самыми актуальными направлениями на сегодняшний день

ОТБОР ПРОБ И ИЗМЕРЕНИЯ

Для осуществления отбора проб аэрозолей в атмосфере города Астаны, используется автоматизированная станция отбора проб включающая в себя каскад импакторов с многоступенчатым фракционированием частиц. Пробоотборник установлен на крыше учебно – лабораторного корпуса Евразийского Национального Университета им. Л.Н. Гумилёва, на высоте около 30 метров от земли, рисунок 1.

Каскад импакторов состоит из алюминиевых пластин с внешними размерами 6 дюймов на 7 дюймов. Все импакторные пластины анодированы для предотвращения коррозии и уменьшения возможного налипания субстратов сбора к пластинам. Импакторные этапы 2,3,4,5 имеют 10 слотов, параллельные прорези для сдвигивания струй потока воздуха. Этап 1 имеет 9 слотов для ликвидации концевоего эффекта. Слоты располагаются на расстоянии в полдюйма друг от друга и в шахматном порядке относительно соседней пластины.



Рис. 1. Пробоотборник

Схема каскада импакторов изображена на рисунке 2. Размеры задерживаемых частиц для каждой ступени импактора приведены в таблице 1. [4]

Таблица 1. Размеры задерживаемых частиц

№ этапа	Диапазон размеров частиц, мкм	Фактор скольжения Каннингема
1	>7,2	1,02
2	3-7,2	1,06
3	1,5-3	1,11
4	0,95-1,5	1,17
5	0,49-0,95	1,33

Ниже в таблице 2 приведены параметры для импакторных этапов. Наибольший размер задержанных частиц номинально 7,2 микрон. Этот этап, по существу собирает более крупные механически сгенерированные частицы. Последний этап 5 дает данные в очень важном субмикронном диапазоне. Отсечки остальных этапов выбираются логарифмически, примерно в два раза друг от друга. [4]

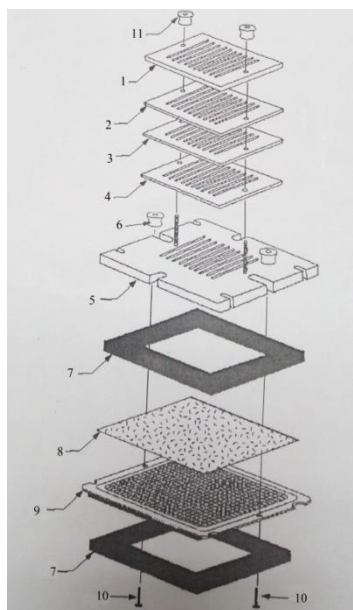
Таблица 2. Параметры этапов

№ этапа	Ширина слота (w) дюйм	Общая длина слота, дюйм	Ширина входного паза, (T) дюйм	Расстояние между слотами (S) дюйм	Скорость выхода воздуха (V) м/сек
1	0,156	43,5	0,25	0,125	4,3
2	0,064	48,8	0,050	0,075	9,38
3	0,036	48,8	0,050	0,075	16,7
4	0,018	48,8	0,050	0,075	33,4
5	0,010	48,8	0,050	0,075	60,1

Каскад импакторов предназначен для получения данных с максимально большой площади при минимальной скорости потока частиц. Условие предотвращения вторичного выдувания частиц требует, чтобы скорость протока воздуха не превышала 60 м/сек и была минимально возможной для каждой стадии сбора. Максимальная площадь и минимальная скорость струи достигается за счет использования практически осуществимой наименьшей ширины паза для задержания желаемой частицы. С практической точки зрения, минимальная ширина щели, которую возможно изготовить с допусками составляет около 0,100 дюйма. $W = 0.010''$ для этапа № 5, даёт острейшую кривую эффективности сбора. [4]

Для предотвращения появлений завихрений в пластинах воздушным потокам придают прямоугольную форму, которая достигается за счет геометрических размеров пазов и расстояний между ними.

Фильтры на основе из стекловолокна является наиболее широко используемым материалом подложки для сбора между пластинами импакторов. Отложение частиц в решетку из стекловолокна улучшает удерживание и уменьшает возможное вторичное выдувание частиц. Ватман® 41 фильтрующий материал на целлюлозной базе и металлической фольги также могут быть использованы в качестве сбора субстратов.



- 1 – этап №1
- 2 – этап №2
- 3 – этап №3
- 4 – этап №4
- 5 – опорная плита этапа №5
- 6 – гайка
- 7 – прокладка, 8x10 дюймов
- 8 – бумажный фильтр
- 9 – экран каскада
- 10 – болт
- 11 – гайка

Рис. 2. Схема каскада импакторов.

Подложки представляют собой тонкие плоские листы с 10 перфорированными слотами, раскрывающими последующие стадии фильтрации. Частицы, проходящие через слоты, воздействуют на подложку и таким образом депонируются. Набор подложек так же выступает в качестве вакуумного уплотнения между стадиями сбора. Набор подложек из стекловолокна или целлюлозной бумаги обеспечивает наиболее удобный способ для сбора частиц, в отличие от использования тяжелых металлических пластин стадий импактора в качестве субстратов для сбора и значительно снижает стоимость тестов, устраняя необходимость приобретения дополнительных наборов импакторных пластин. Подложки также позволяют облегчить хранение и последующую химическую обработку.

Для расчёта кривой фракционной эффективности улавливания для сферических частиц, использовалось уравнение связывающие размер частиц, улавливаемых с эффективностью 50%, с другими интересующими параметрами:[4,5]

$$Dp.50 = \sqrt{St} * w * \frac{\sqrt{9\eta L}}{Cp_p Q} \quad (1)$$

Где:

$Dp.50$ - диаметр частиц улавливаемых с эффективностью 50%.

$\sqrt{St}$ - квадратный корень числа Стоука, который зависит от ширины входного паза, и струи числа Рейнольдса.

w -ширина слота.

η - вязкость газа ($1,8 * 10^{-4}$ г/см с @ 25C, 760 мм рт.ст.) г/см с.

L -длинна слота, см.

ρ_p - массовая плотность частиц, г / см³.

C – коррекция скольжения Каннингема (номинально $C = 1$ при больших Dp)

Q - скорость потока.

В результате катастрофы на атомной станции, в Фукусиме, японскими учеными было обнаружено повышение концентрации Cs и ^{131}I [6]. Используя 39 автоматизированных станций с каскадом

импакторов в различных перфектурах была определена интенсивность и площадь распространения радионуклидов[7]. Результаты исследований показали, что эффективность проведенных измерений данным методом позволяет произвести сбор проб аэрозолей спустя два года после загрязнения. Определение уровня загрязнения методом сбора проб аэрозолей в нижних слоях атмосферы могут дать ценную информацию, которая не может быть получена при радиационном контроле дозы и скорости осаждения радиоактивных нуклидов на растениях или поверхности земли [7].

Результаты и обсуждение

В результате измерений проведенных в городе Астане на автоматизированной станции отбора проб аэрозолей атмосферы с использованием каскада импакторов было обнаружено значительное загрязнение фильтровальных подложек. На рисунке 4 показаны значения масс собранных образцов аэрозолей на подложках. Один набор картриджей фильтровальных подложек используется в течении двух недель, после чего тщательно упаковывается, маркируется(рис.3) и отправляется на дальнейшие исследования в университет Хиросимы и университет Цукубы, Япония.



Рис. 3. Пример маркировки и упаковки подложек перед отправкой в Японию.

Где 19.10.2016 – дата завершения сбора аэрозолей и упаковывания, 10:26 – время упаковывания, (4) – номер этапа импактора с которого извлечена подложка.

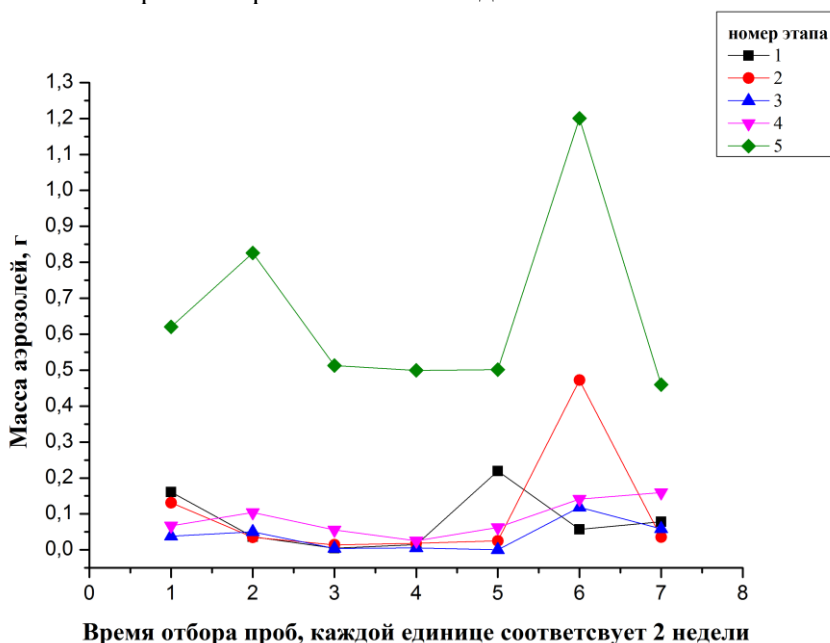


Рис. 4. График накопления аэрозолей на различных этапах подложек импакторов

До сбора проб



После сбора проб

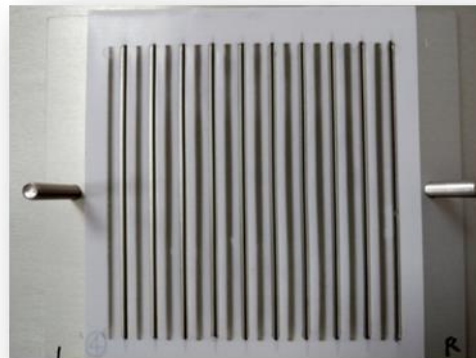


Рис. 5. Подложки импакторов до и после сбора проб

Из графика, изображенного на рисунке 3 видно, что на подложках пятого этапа импакторов статистически накапливается наибольшее количество аэрозолей, из чего можно сделать вывод, что в атмосфере города Астаны преобладают аэрозоли субмикронных размеров, $0,49\text{мкм} - 0,95\text{мкм}$.

Объем прокаченного воздуха зависит от уровня загрязнения фильтров (подложек) и метеоусловий. В ходе проведения сбора аэрозолей было установлено, что при перепадах температуры окружающей среды и выпадении сильных осадков в зимний период времени пропускная способность фильтров сильно уменьшается, вызывая уменьшение скорости прокачки воздушных масс пробоотборником с 1131 литров в минуту до 442 литров в минуту. На рисунке 4 изображены фильтры до и после сбора проб.

В среднем за две недели пробоотборник пропускает через каскад импакторов 222334,4 кубических метра воздуха.

Первые исследования образцов показали наличие характерных гамма спектров бериллия, предположительно солнечного происхождения, а также наличие небольшого фона характерного для свинца и цезия.[8]

Дальнейшие исследования в этой области предполагают полный элементный анализ имеющихся в аэрозолях микроэлементов и изотопов с использованием массспектрометра.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ВОЗ, информационная бюллетень №297, Февраль 2015
- [2] Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2009 году./ Под ред. М.И. Давыдов, Е.М. Аксель. – М. вестник РОНЦ им Н. Н. Блохина РАМН. - июль – сентябрь 2011.- Т.22-№3(85)-П. 1. – 172с.
- [3] Камхен В.Б., ТурбековаМ.Н. Эпидемиологические аспекты заболеваемости злокачественными новообразованиями в Казахстане// Уникальные исследования XX I века.- 2015г.- №8(8).– С. 61-66

[4] Tisch Environmental, Inc., Series 230 High volume cascade impactors multi-stage particulate size fractionators, Operations Manual - 2004 - Rev 1.8. – P.1- 19.

[5] Чернов Н. Н. Повышение эффективности осаждения пылеулавливающих устройств методом акустической коагуляции // Известия Южного федерального университета. Технические науки - 2004 г., - № 5 - Т. 40. – С. 112-114.

[6] Hirose K. Fukushima Daiichi Nuclear Plant accident: Atmospheric and oceanic impacts over the five years // Journal of Environmental Radioactivity. -157 (2016) -P.113 – 130.

[7] Oura Y., etc. Determination of atmospheric radiocesium on filter tapes used at automated SPM monitoring stations for estimation of transport pathways of radionuclides from Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. - February 2015. - V. 303 -P. 1555–1559.

[8] Yamamoto M., etc. Seasonal and spatial variation of atmospheric ^{210}Pb and ^7Be deposition: features of the Japan Sea side of Japan // Journal of Environmental Radioactivity. - 86 (2006) – P. 110-131.

Самбаев Е., Жумалина А.Г., Сакагучи А., Эндо С., Хоши М., Жумадилов К.Ш.

Астана қаласы атмосферасындағы ауаның ластануын зерттеу

Түйіндемесі. Мақалада Астана қаласы атмосферасына ауа массаларының микроэлементі мен изотоптық құрамын анықтау жөнінде Жапонияның және Қазақстанның жоғары оқу орындарының бірлескен жұмысы сипатталады. Зерттеу автоматтандырылған станцияны және импактор каскадын қолдана отырып, аэрозоль үлгілерін жинауды, үлгілердің құрамына радионуклидтік және микроэлементтік талдау жүргізуді көздейді.

Кілтті сөздер: импакторлық каскад, радионуклидтік және микроэлементтік талдау, бериллий, корғасын, цезий.

Sambayev Y.K., Zhumalina A.G., Sakaguchi A., Endo S., Hoshi M., Zhumadilov K.Sh.

Исследование загрязнения воздуха в атмосфере города Астаны

Summary. The article is devoted to the description of joint works of universities of Japan and Kazakhstan on determination of microelement and isotope composition of air masses of the atmosphere of Astana city. The study includes sampling of aerosols using an automated station and a cascade of impactors, conducting a radionuclide and micronutrient analysis of the composition of samples.

Keywords: Cascade of impactors, radionuclide and microelement analysis, beryllium, lead, cesium.

УДК 669.788

А.В Паничкин^{1,2}, А.М Дербисалин^{1,2}, Д.М Джумабеков², А Имбарова², Ж.Алибеков²

(¹КазННТУ имени К.И. Сатпаева, Казахстан,

²АО «Институт металлургии и обогащения», Алматы, Республика Казахстан,
aderbissalin@gmail.com)

ВОДОРОДО-ПРОНИЦАЕМЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОВ V ГРУППЫ

Аннотация: Дан обзор публикаций, посвященных исследованию водородо-проницаемых мембран на основе элементов V группы периодической таблицы. Себестоимость материала для этих мембран, существенно ниже стоимости существующих палладиевых мембран. Элементы V группы обладают высокой степенью водородо-проницаемости. Однако, эти металлы не долговечны. Основная проблема в их эксплуатации, это возникающий эффект водородного охрупчивания. Такие мембраны не могут быть использованы на производстве. При легировании мембран определенными элементами происходит уменьшение водородо-растворимости, что ведет к уменьшению эффекта охрупчивания, но также снижает водородо-проницаемость мембраны. Достигнуть нужного баланса легированных элементов, для обеспечения долговечности мембран и высокой производительности водородо-проницаемости, трудоемкая задача, но которая может изменить всю энергетическую систему.

Ключевые слова: Мембрана, водородная энергетика, тантал, ниобий.

Введение.

Понятие «водородная энергетика» сформировалось в середине 70-х г. XX столетия как научно-техническое направление, охватывающее проблемы получения, хранения, транспортировки и использования водорода. По мере развития этого направления становились все более очевидными экологические и энерго-ресурсосберегающие преимущества водородных технологий в различных областях экономики. Успехи в развитии ряда водородных технологий (в первую очередь, таких как топливные элементы и системы хранения и получения водорода) продемонстрировали, что использование водорода приводит к качественно новым показателям в работе установок и систем, а выполненные техни-

ко-экономические исследования показали, что хотя водород является вторичным энергоносителем, его применение во многих случаях экономически оправдано и эффективно. Работы в области водородной энергетики в большинстве промышленно развитых стран относятся к приоритетным направлениям развития науки и техники и находят все большую финансовую поддержку как со стороны государства, так и со стороны частного капитала.

Основная часть.

Мембраны из сплавов V группы. Одним из распространенных способов выделения водорода из газовых смесей является его диффузионная очистка с помощью различного типа металлических мембранных фильтров, которые изготавливают в основном на основе палладия и его сплавов. Палладиевые фильтры, однако, имеют ряд недостатков, к которым следует отнести их высокую стоимость, недостаточную для ряда приложений производительность выделения водорода, связанную с неудовлетворительными термодинамическими характеристиками палладия и ряда его сплавов в отношении растворения/пропускания водорода, а также ограниченный срок службы и невысокую надежность из-за возникновения в материале мембраны микротечей.

Однако вопреки принятому мнению об уникальной способности палладия пропускать водород, оказалось, что транспорт водорода сквозь решётку металлов V-ой группы происходит на порядки быстрее [1, 2]. Это обусловлено тем, что по сравнению с палладием в ОЦК решётках металлов V-ой группы атомы водорода обладают значительно более высокой подвижностью и в этих металлах существенно выше растворимость водорода. Однако, поверхность этих химически активных металлов покрыта неметаллическими плёнками (в основном оксидами), блокирующими как диссоциативную абсорбцию молекул водорода в решётку металла, так и ассоциативную (в виде молекул водорода) десорбцию атомов водорода, про диффундировавших сквозь металлическую решётку [3]. В результате, мембраны из ванадия, ниобия, тантала становятся практически непроницаемыми для водорода.

Следует заметить, существует множество проблем связанных с применением металлов V-группы, таких как, например, охрупчивание. Однако, это не останавливает исследователей из многих стран мира, а наоборот, стимулирует к созданию дешевой, высокопроизводительной мембраны для сепарации водорода.

Водородо-проницаемость. Атомы водорода в кристаллической решетке твердого тела либо могут находиться в равновесных межузельных положениях, либо быть захваченными в различного рода дефектах. Водород в дефектах обычно сильно связан, и его транспорт, как правило, затруднен. Поэтому транспорт водорода обычно происходит за счет перемещения между узлами решетки атомов водорода. В равновесии атом водорода находится в «потенциальной яме». При переходе между равновесными положениями он должен преодолеть потенциальный барьер.

Водородо-проницаемость металлов V группы с ОЦК структурой. О водородо-проницаемости различных металлов было опубликовано (4), а также было еще несколько раз перепубликовано другими исследователями (5,6). Такие металлы как ниобий, ванадий, тантал обладают самыми высокими показателями водородной проницаемости. Все они имеют ОЦК структуру, при растворении водорода в котором при температурах до 550°C образуется гексагональная плотноупакованная структура, с содержанием водорода. Также интересно и явление изменения проницаемости с изменением температуры. В то время как проницаемость палладия растет с ростом температуры, проницаемость ОЦК металлов падает с ростом температуры. Это может быть связано с высокой растворимостью водорода в металлах с ОЦК структурой и экзотермической природой водородной растворимости.

Диффузия водорода. Диффузионный режим требует больших значений транспортного параметра, который зависит, в том числе, и от коэффициента рекомбинации. В свою очередь, коэффициент рекомбинации экспоненциально зависит от теплоты растворения и энергии активации для хемосорбции. Для того, чтобы коэффициент рекомбинации (и, соответственно, транспортный параметр) был высоким, необходимо иметь маленькие значения энергии активации для хемосорбции и положительные значения теплоты растворения. Первое условие выполняется для чистых поверхностей, а второе – для металлов, растворяющих водород с поглощением тепла (Au, Fe, Mo, ...). Металлы, имеющие отрицательную теплоту растворения, т.е. растворяющие водород с выделением тепла (V, Nb, Ti, ...), как правило, имеют низкие коэффициенты рекомбинации и низкие значения транспортного параметра. Поэтому проницаемость через них обычно происходит в режиме, лимитированном поверхностью. Эксперименты по определению коэффициентов диффузии в них затруднительны. Для этих металлов коэффициент рекомбинации возрастает с температурой гораздо быстрее, чем коэффициент диффузии. В этом случае с ростом температуры транспортный параметр также увеличивается. Вот почему эксперименты по определению коэффициентов диффузии в этих металлах требуют высо-

кой температуры, толстых образцов, сверхвысокого вакуума (для обеспечения чистоты поверхности). В процессе проникновения водорода через перегородку проникающий поток возрастает во времени и в конечном итоге выходит на стационарный уровень.

Если в эксперименте по проницаемости измерять абсолютные значения проникающего потока, то можно найти также и растворимость водорода в металле, используя уравнение Ричардсона. Для этого надо знать толщину мембраны, давление водорода на входной стороне и коэффициент диффузии.

Система Nb-H, Ta-H. Фазовые диаграммы Nb—H, построенные по данным различных экспериментов, довольно существенно различаются. Так, согласно теории Хорнера и Вагнера [8], описывающей H—H-взаимодействие как результат упругого анизотропного искажения решетки внедренными атомами водорода, максимум кривой, разделяющей α' и $(\alpha + \alpha')$ -фазы, находится при 196 °С и $H/M(Nb)=0,36$, в то время как согласно рентгеновским данным по определению постоянной решетки, этот максимум наблюдается при 169 °С $H/M(Nb)=0,3$, а по данным измерения электрического сопротивления $T_{max}>206$ °С и $H/M(Nb)=0,3$. Эти расхождения связаны, по-видимому, с тем, что используемые для конкретных измерений образцы различной геометрической формы обладают собственным конкретным набором структурных дефектов, а применяемые структурно-чувствительные методы по-разному реагируют на эволюцию дефектов различного масштабного уровня в результате наводораживания [7]. Линия Р-С для фазы α -Nb-H изотермическая при температурах выше T_c показывает, что наиболее благоприятная температура для селективных ниобиевых мембран (300-450 °С), при p_{H_2} 7 атм., и соотношением $H/M(Nb) \sim 0.7$.

Как и для остальных металлов с ОЦК структурой растворимость водорода в тантале уменьшается с ростом температуры. При высоких температурах (до 1000°С), растворимость минимальная. С уменьшением температуры, наблюдаем стабильную линию. При 400°С и давлении 0,8 атм. концентрация водорода в тантале 30 %, Экстраполирование показывает, что при снижении температуры растворимость будет увеличиваться, так что при рабочем давлении мембраны, концентрация растворенного водорода будет 40 % ($H/M=0.67$).

Н. Ватанабе [9] в своей работе с Nb—W—Ta сплавами показал, что незначительное присутствие ниобия в тантале, не вызывает серьезных изменений растворимости и механических свойств металла. Тантал и ниобий очень близки по своим характеристикам, и зачастую тантал является примесью в ниобии, и поэтому, нет необходимости очищать ниобий перед использованием в качестве мембраны.

Образование гидридов и рост зерен. Предположительно существует несколько механизмов охрупчивания металла под действием водорода. Во-первых, α - и β -фазы имеют разные параметры кристаллической решетки, что вызывает напряжения. Во-вторых, декогезия поддерживается, в первую очередь, в системе с негидридными образованиями, водородное охрупчивание проявляется в случае отсутствия значительных местных деформаций [10, 11]. Прямого доказательства этого механизма не было получено. Действительно, изученные доказательства предполагали, что растворенный водород не ослабляет атомных связей.

Неравновесная энергия разрушения хрупкого β -гидрида, $NbH_{0.8}$ была найдена приблизительно равной энергии поверхности чистого ниобия [12]. Большое количество водорода не уменьшает энергию разрушения гидридов и, следовательно, хрупкость вызвана тем, что происходит ослабление атомных связей. Измерение постоянной упругости [13, 14, 15] и фон дисперсионных кривых [16] - показывают скорее жесткость связей решетки, чем размягчение, но несмотря на это, большой объем увеличивается из-за растворения водорода в узлах решетки (уменьшение фона частоты и модуля упругости в ГЦК металле из-за наличия водорода, но это уменьшение можно объяснить увеличением объема водорода). Часто делалось заявление о том, что декогезия происходит в результате увеличения концентрации водорода при гидростатическом напряжений поля в вершине трещины [17].

Продолжительная выдержка при высокой температуре, может привести к росту зерен, которые превышают масштаб типичного поперечного сечения мембраны. Так, например Ж. Сонг [18] показал на примере V—Ni мембраны, что зерна могут достигать до 250 мкм, намного больше, чем толщина мембраны. Минимизация области границы зерен, увеличивает концентрацию сегрегированных примесей, что приводит к усилению декогезивного эффекта, описанного выше. Существуют несколько методик, по предотвращению роста зерен. На сегодняшний день феномен до конца не изучен для непалладиевых мембран.

Технология изготовления. Сложный композиционный состав мембран на основе металлов V группы с ОЦК структурой требует технологии изготовления отличной от технологий, применяемых для палладиевых мембран. Мембрана должна быть предельно тонкой для лучшего протекания водо-

рода, но обладать достаточными механическими характеристиками. Требования к защитному, каталитическому напылению самые разные.

Одним из наиболее технически сложных барьеров для использования мембран на основе ОЦК сплавов является закрепление их в модуле (картридж, кассета). Наиболее предпочтительный тип модуля считается в виде цилиндрического тубуса. Так как его проще всего запаивать. Также процесс изготовления усложняется, многокомпонентностью мембран. Обычно необходимо напыление CVD или PVD методом как минимум в три слоя элементов различного композиционного состава. Иногда необходимо напыление одновременно нескольких элементов, при этом с соблюдением необходимых пропорций.

Отдельно стоящая мембрана не может быть полноценно использована, до того, как она будет модулирована. Мембрану нужно для начала закрепить в модуль, заварить концы и завальцевать или заварить швы для того, чтобы мембранный модуль был герметичный. Один из таких способов закрепления мембраны в модуль был запатентован Los Alamos National Laboratory [19]. Если мембране предстоит работа в условиях высокого давления, то необходимо сделать подложку из пористого материала под мембрану, или армировать мембрану.

Традиционно мембраны изготавливают из фольги мембранных сплавов толщиной 30-100 мкм, полученной методом прокатки. Сопротивление мембран прохождению водорода обратно пропорционально их толщине. Уменьшение толщины селективных мембран - основной способ повышения их производительности. Однако принципиальные трудности уменьшения толщины фольги методом прокатки, низкая механическая прочность сверхтонких мембран и сложность их герметизации не позволяют создавать надежные промышленные мембраны для очистки водорода с толщиной селективной фольги менее 30 мкм.

Текущие направления исследований, оптимизация состава. Текущие исследования в области водородо-проницаемых мембран на основе сплавов с ОЦК решеткой, направлены на увеличение ресурса мембранных модулей, повышение производительности, уменьшение охрупчивания, снижение себестоимости.

Основной метод это, композиционная оптимизация. Согласно патентам [20-23] легирование элементами 4-х групп: основные элементы (A: V и Nb, >50 ат.%), вторичные элементы (B: Ti, Zr и Y, <20 моль%), третичные элементы (C: Ni, Co, Mo, Fe и Ag, <20 ат.%), четверичные элементы (D: Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Cu и Cr, <5 моль%).

Основная формула для Ванадия выглядит так:

$$((A_{1-x}B_x)_{1-y}C_y)_{1-z}D_z \quad (1)$$

Элементы из класса В - ранние переходные металлы с высокой растворимостью в ванадии или ниобии и такой же водородной растворимостью. Эти примеси, практически не влияют на характеристики ванадия, поэтому следующее введение примеси направлено на уменьшение растворимости. Класс С - характеризуется, как поздние переходные металлы, и имеют эффект значительного изменения растворимости водорода в сплавах с ОЦК структурой. Но должны быть добавлены в такой пропорции, чтобы не изменить структуру ОЦК. Класс D - добавляют, для увеличения срока эксплуатации мембраны. Это не конечный вид, того каким должна быть мембрана, а для того чтобы показать направление развития, к которому стремятся многие на пути создания ванадиевых мембран, не подверженных водородному охрупчиванию. Ниобиевая мембрана может быть создана по такой же схеме, но композиционный состав может отличаться [24, 25].

В то время как многие исследования направлены на использование недорогих элементов, для минимизации стоимости мембраны, в патенте US6800392(217) описан метод получения ниобиевой мембраны, легированной 5-25 % Pd, Ru, Re, Pt, Au или Rh. В этом патенте заявляют о тенденции к значительному уменьшению охрупчивания. А дополнительное добавление Zr и/или Hf уменьшает огрубление зерен, предвестника появления трещин.

Заключение.

В данном обзоре рассмотрено текущее научное состояние вопроса о изготовлении мембран на основе металлов V группы в качестве более дешевых аналогов палладиевым мембранам. Раскрыты основные проблемы, с которыми придется столкнуться и обозначены направления их решения. На примере ванадия, ниобия и тантала показано, что на основе этих сплавов возможно создание высокопроизводительных мембран, но они требуют некоторой доработки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лившиц А.И., Ноткин М.Е. Сверхпроницаемость ниобиевой перегородки по атомам и ионам водорода// Письма в ЖТФ.—1981.—т. 7. в. —23. с. —1417-1420.
- [2] Yukawa H., NambuT. and Matsumoto Y. V-W alloy membranes for hydrogen purification// Journal of Alloys and Compounds, article in press.
- [3] Hatano Y., Watanabe K., Livshits A., Busnyuk A., Alimov V, Nakamura Y., HashizumeK. Effects of bulk impurity concentration on the reactivity of metal surface: sticking of hydrogen molecules and atoms to polycrystalline Nb containing oxygen// J. Chem. Phys.—2007. v.—127.#—204707 p.—1-13.
- [4] Steward S.A. Review of hydrogen isotope permeability through metals// US National Laboratory Report.—1983.—UCRL. #—53441.
- [5] Buxbaum R.E., Marker T.L. Hydrogen transport through non-porous membranes of palladium-coated niobium, tantalum and vanadium// Journal of Membrane Science.—1993. —#85.—p.29.
- [6] Moss T.S, Peachey S.N., Snow R.C., Dye R.C. Multilayer metal membranes for hydrogen separation// International Journal of Hydrogen Energy —1998.#—23. —p.99
- [7] Albrecht W.M., Goode W.D., MallettM.W. Reactions in the niobium-hydrogen system// Journal of the Electrochemical Society —1959. # —#106. p.—981.
- [8] Вагнер Х. В кн.: Водород в металлах. —т. 1. М.:Мир.—1981.— 56
- [9] Watanabe N., Yukawa H., NambuT., Matsumoto Y., Zhang G.X., Morinaga M.Mechanical properties in hydrogen atmosphere and hydrogen permeability of Nb-W-Ta alloys for hydrogen permeable membrane// Journal of the Japan Institute of Metals —2009. #—73. p.—742
- [10] Hirth J.P., and Rice J.R.Metall, Trans. A.doi:10.1007/BF02654514— 1980. #—11, p.—1501.
- [11] Hirth J.P. Phil. Trans. royal Soc. Lon. Ser. A.— 1980. —# 295.p.— 139.
- [12] Gahr S., Makenas B.J. and Birnbaum H. K. Fracture of niobium hydrides, Acta Metall./Original Research Article.—1980.#. —28.p.—1207-1213.
- [13] Magerl A., BerreB. and AlefeldG., Phys. StatusSolidis.—1975.#—A28.p.—591.
- [14] Mazzolai F. M. and Birnbaum H.K., Elastic constants and ultrasonic attenuation of the α' phase of Nb-H (D), I, experimental results. // J. Phys. F.—1985, #—15.p.—507-523.
- [15] Mazzolai F. M and Birnbaum H.K. Elastic constants and ultrasonic attenuation of the α' phase of Nb-H (D), II, interpretation of results. // J. Phys. F.—1985. #— 15. p.—525-542.
- [16] Alefeld G. and Volkl J. Hydrogen in Metals eds. SpringerVerlag, Berlin. — 1978.p.— 75.
- [17] Li J.C.M., Oriani R. A. and Darken L.S. The thermodynamic of stressed solids. // Z. Physik Chem. Neue Folge. —1966. #— 49.p. — 271-291.
- [18] Song G., KellamM.E., Liang D., Dolan M.D. Influence of processing conditionson the microstructure and permeability of BCC V-Ni membranes.//Journal of Membrane Science —2010, submitted
- [19] PaglieriS.N., BirdsellS.A., BarberoR.S., Snow R.C., Smith F.M. Tubular hydrogen permeable metal foil membrane and method of fabrication, US patent 7,022,165 —2006
- [20] Xie, X. Mundschau M.V. Hydrogen separation. US patent application 20,060,230,927 —2006.
- [21] Peachey N.M., Dye R.C., Snow R.C., BirdsellS.A. Composite metal membrane. US patent 5,738,708 —1998.
- [22] . Edlund D.J. Composite hydrogen separation metal membrane. US patent 5,393,325 —1995.
- [23] Aoyama S., Sato H., UemuraT., Mizuno O., OshidaK., Ihara T., Ihara H. Hydrogen permeable membrane useful in fuel cell or hydrogen extracting apparatus comprises intermediate layer of metal with higher melting point between metal base layer containing vanadium and metal coating layer containing palladium.US patentapplication 2007194452-A1 —2007. p.— 1229.
- [24] Mizuno O., IijimaM. Multi-layered hydrogen permeable film for fuel cell, has intermediate layer containing V-group elements other than vanadium between palladium film and hydrogen permeable base material.Japanpatent JP2007117810 —2007.
- [25] KurokawaH., Matsumoto Y., Morinaga M., NambuT., ShirasakiY., TsunekiT., Yasuda I., Yukawa H//Hydrogen separation membrane comprises niobium-tungsten alloy film which added and alloyed tungsten to niobium, Japan patent JP2009226274 —2009.

Паничкин А.В., Дербисалин А.М., Джумабеков Д.М., Имбарова А., Алибеков Ж.

V тобындағы элементтер негізіндегі сутегіөткізгішті мембраналар.

Түйіндеме: Берілген мақалада периодтық кестенің V тобындағы элементтер негізіндегі сутегіөткізгішті мембраналарды зерттеуге негізделген мақалаға шолу жасау келтірілген. Қолданыстағы палладийлі мембраналардың өзіндік құнынан, бұл мембраналардың бағасы төмен. Бірақ бұл металлдар ұзақ уақытқа жарамсыз. Негізгі мәселе, ол сутегілік мортсынғыштық қасиетінің туындауы. Мұндай мембраналарды өндірісте қолдануға болмайды. Мембраналарды белгілі бір элементтермен легірілгенде, мембраналардың сутегі ерігіштігі төмендеп, мортсынғыштық қасиеті азаяды, сонымен қатар мембрананың Panichkin сутегіөткізгіштік қасиеті төмендейді. Мембарананың ұзақ уақытқа төзімділігін және сутегіөткізгіштік қасиетін жоғарылатуды қамтамасыз ететін мембараны алу көп еңбекті қажет ететін жұмыс, бірақ барлық энергетикалық жүйені өзгертетін легірлеуші элементтің қажетті өлшеміне жету.

Түйін сөздер: мембрана, сутегі энергетикасы, тантал, ниобий.

Паничкин А.В., Derbissalin A., Dzhumabekov D.M., Imbarova A., Alibakov Zh.

Hydrogen permeable membranes based on v group metals.

Summary: Given article is an overview of publications devoted to the study of hydrogen permeability membranes based on V group elements of the periodic table. Cost for these membrane material, substantially less than the cost of existing palladium membranes. V group elements have a high hydrogen permeability. However, these metals are not durable. The main problem in their operation, is an effect of hydrogen embrittlement. Such membranes can not be used in production. Alloying membranes with certain elements decreases hydrogen-solubility, which leads to a reduction of embrittlement effect, but also reduces the hydrogen-permeability of membrane. Achieving the desired balance of alloying elements to ensure durability and high performance membrane hydrogen-permeability, laborious task, but that can change the entire energy system.

Keywords: membrane, hydrogen energy, tantalum, niobium.

УДК: 665.63.65

Н.К. Онгаров

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, nursultan.ongarov@gmail.com)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕОТДАЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ
ПРИ ЗАВОДНЕНИИ ПЛАСТОВ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ**

Аннотация: На сегодняшний день существует много способов разработки нефтяных месторождений. В настоящее время разрабатывается и осваивается ряд новых технологий строительства скважин, применение которых позволяет добиться повышения дебита скважин, нефтеотдачи пласта с низкими коллекторскими свойствами и пластовым давлением, рентабельности эксплуатации малопродуктивных залежей углеводородов. Эти новые технологии связаны с широким использованием горизонтальных, многозабойных и многоствольных скважин. Одним из наиболее перспективных направлений в области разработки нефтяных месторождений, вовлечения в промышленное освоение трудноизвлекаемых запасов нефти наряду с совершенствующимися физико-химическими методами увеличения нефтеотдачи (МУН) являются горизонтальные технологии бурения. Горизонтальные технологии как инструмент повышения эффективности разработки месторождений.

Ключевые слова: горизонтальная технология бурения, нефтяные месторождения, эффективность разработки

Для эффективности разработки нефтяных месторождений, вовлечения в промышленное освоение трудноизвлекаемых запасов нефти с прогрессирующими физико-химическими методами увеличения верным направлением является горизонтальные технологии бурения и добычи природных углеводородов. Эти технологии как инструмент повышения эффективности разработки месторождений. Существует два основных направления развития данной технологии. Первое реализуется на основе заблаговременного геологического обоснования проекта строительства такой скважины, часто решения закладываются в проекты разработки и доработки нефтяных месторождений, научно-исследовательские работы по интенсификации добычи нефти. Бурение таких скважин происходит с условно-вертикальной верхней частью ствола, участком интенсивного набора кривизны и собственно горизонтальным участком, проводимым в толще продуктивного горизонта с той или иной степенью искривления от горизонтали. Разновидностью данной области «горизонтальных технологий» являются вновь строящиеся многозабойные (многоствольные) скважины — МЗС. Существует и другое направление, которое набирает темпы и широко используется в последние годы. Это связано с неэффективностью или невозможностью эксплуатации пробуренного «старого» фонда скважин без изменения конфигурации их ствола. Это может быть связано как со снижением добычных возможностей скважины, то есть снижением притока нефти вследствие выработки запасов, обводнения продукции или непоправимого ухудшения фильтрационно-емкостных свойств пласта, так и с техническими причинами, то есть произошедшей аварией внутрискважинного оборудования или потерей крепи скважины — герметичности. В этих случаях может быть применена технология резки боковых горизонтальных стволов (БГС) из основного ствола скважины. Причем боковые горизонтальные стволы могут быть пробурены как на уже эксплуатировавшийся до этого продуктивный горизонт, так и на другие нефтенасыщенные пласты. В данном случае также возможно создание одного или нескольких БГС. Эта технология позволяет «реанимировать» пробуренный фонд условно-вертикальных скважин, реализовать выбор дополнительных запасов нефти, которые находились в недраенируемых областях залежи, повысить общую величину КИН. Хотя и горизонтальные технологии имеют ряд преимуществ.

ществ, настоящая эффективность их значительно ниже теоретической возможной. Дебиты не всегда оправдывают ожидания, в некоторых случаях происходит быстрое обводнение продукции скважин. Причинами недостаточной эффективности ГС являются особые условия вскрытия продуктивного пласта горизонтальным стволом, т. е. длительное время воздействия промывочной жидкости на пласт, неосесимметричность воздействия на ПЗП различных химреагентов, влияние диаметра скважины на ее дебит, неоднородность геологического строения пласта-коллектора, несовершенство методов определения гипсометрического положения точки входа в продуктивный пласт, трещиноватости, отставание организации поддержания пластового давления и др. факторы. Важнейший резерв повышения эффективности горизонтальных скважин — их полное математическое и информационное обеспечение, то есть детальное знание геологического строения месторождения и гидродинамики, закономерности изменения физических свойств коллекторов и физико-химических свойств нефти. Для прогноза потенциальных дебитов используется следующая информация: — геологический профиль (толщины и свойства пропластков); — положение траектории на геологическом профиле; — фильтрационные свойства коллекторов и насыщающих флюидов (проницаемость, пористость, вязкость); — пластовые и забойные давления, давление на контуре питания; Для выбора направления и оценки длины горизонтального участка ствола строится серия геологических разрезов по различным направлениям с учетом распределения коллекторских свойств. В каждом конкретном случае обосновываются критерии выбора направления и длины условно-горизонтального участка ствола (УГУС) в плане: — положение ГС относительно структурной поверхности; • Технические науки 276 №6 2014 Вестник КазНТУ — наличие и направление трещиноватости; — точка входа в продуктивный пласт с учетом отметки ВНК; — наличие минимальных кондиционных значений общих и эффективно нефтенасыщенных толщин, пористости, проницаемости, анизотропии; — значение коэффициента песчанистости, глинистости; — с учетом врезных зон; — с учетом наличия остаточных запасов нефти на участке заложения ГС. Говоря о профиле горизонтального участка ствола скважины, следует отметить необходимость его оптимального размещения в наиболее продуктивных интервалах разреза преимущественно параллельно напластованию, если нет других веских оснований его модификации. Работы по оперативному геомоделированию и непрерывному геонавигационному и геолого-технологическому сопровождению позволяют управлять траекторией и размещать условно-горизонтальный участок ствола в наиболее продуктивных интервалах объекта. К настоящему времени технология строительства ГС в целом достаточно отработана на карбонатные отложения турнейского, башкирского и фаменского ярусов. Но применяемые типы растворов и технологии вскрытия продуктивных пластов пока не обеспечивают сохранения естественных фильтрационных свойств коллекторов. На участках со сниженным пластовым давлением и при вскрытии трещиноватых коллекторов отмечаются поглощения буровых растворов в процессе вскрытия. Очевидно, в таких случаях следует применять полимерные растворы, обладающие коагулирующей способностью. Проблема качественного вскрытия продуктивного пласта остается актуальной и для терригенных коллекторов. Не применяются в достаточном объеме составы на основе полимергелевых и биополимерных растворов, показавшие преимущество в соседних с РТ регионах. Технология строительства ГС на терригенный девон также нуждается в совершенствовании. Основные проблемы здесь связаны с обеспечением устойчивости ствола в интервале отложений кыновского возраста, представленных глинами. Сегодня часть рассматриваемых проблем не решена в результате отсутствия соответствующего технического оснащения и растворов нового поколения. Требуют дальнейшего совершенствования методы геофизических исследований горизонтальных скважин. Применяемый сегодня геофизический комплекс позволяет давать оценку вскрываемых карбонатных коллекторов лишь на качественном уровне. За счет влияния вмещающих пород (глин) иногда дается неверная характеристика насыщения и коэффициентов нефтенасыщенности, не выделяются зоны развития трещин, интервалы поступления воды, не определяются работающие интервалы. Особенно остро стоит вопрос интерпретации ГИС восходящего и горизонтального участка ствола ГС и для каждого отдельно взятого ствола многозабойных скважин (МЗС). Программные комплексы по интерпретации ГДИС (гидродинамические исследования скважин) горизонтальных скважин с восходящими, горизонтальными стволами и МЗС также далеки от совершенства. Затронутые выше проблемы техники и технологии бурения и эксплуатации горизонтальных скважин, боковых горизонтальных стволов находятся в поле пристального внимания многих ученых и производственников. Оптимизация схем размещения ГС. Следующим значимым по важности вопросом при использовании ГС является аспект сравнительной эффективности различных систем разработки. В проведенных работах по численному сравнению эффективности выработки залежей различными системами разработки с применением горизонтальной технологии

показано, что в призабойной зоне ГС теряется лишь 2-4% прилагаемой на пласт депрессии, в то время как на вертикальных скважинах потери давления в ПЗП достигают 50%. Характеристики вытеснения в системах с применением ГС также существенно лучше, чем в вариантах с вертикальными скважинами. Наибольший рост производительности системы происходит при росте длины горизонтального участка до 50% межскважинного расстояния.

По результатам численного исследования на математической модели (рассматривался модельный участок размерности 2000x2000x10м³; начальное пластовое давление составляет 11Мпа, плотность нефти — 0,905 т/м³, плотность воды — 1,14 т/м³; пористость коллектора 0,14 д. ед., нефтенасыщенность коллектора — 0,7 д. ед., начальные балансовые запасы нефти 3925 тыс. м³) эксплуатации многорядных систем разработки с применением ГС предлагается горизонтальные скважины размещать в стягивающих рядах, поскольку их применение вблизи нагнетательных • Техникалық ғылымдар ҚазҰТУ хабаршысы №6 2014 277 скважин способно кратно снизить дебит внутренних рядов. В ряде аналитических исследований, посвященных оценкам производительности горизонтальных скважин как составной части систем разработки месторождений получены (методом расчета эквивалентных фильтрационных сопротивлений) приближенные формулы дебита однорядной системы разработки с применением вертикальных нагнетательных и горизонтальных добывающих скважин в однородном изотропном пласте. Необходимо отметить влияние слоистости продуктивного разреза на производительность ГС, влияние возможного неучета угла залегания пласта на потерю производительности таких скважин. Оптимальное размещение добывающих и нагнетательных скважин, оптимизация и рациональное уплотнение сетки скважин на отдельных участках залежи, экономически и технологически обоснованное выделение самостоятельных объектов разработки остаются наиболее эффективным средством как поддержания уровня добычи, так и достижения высокой нефтеотдачи. Проведенные опытно-промышленные работы и эксперименты по применению горизонтальных скважин в различных системах разработки во многих нефтяных регионах доказали их технологическую и экономическую эффективность. Пройден путь от бурения отдельных горизонтальных скважин взамен вертикальных в традиционных схемах разработки до проектирования принципиально новых схем разработки с горизонтальными и нагнетательными скважинами. Однако следует отметить, что большинство реализуемых схем расположения скважин нерациональны. Это видоизмененные площадные системы разработки с заменой добывающих вертикальных скважин горизонтальными и вертикальными нагнетательными.

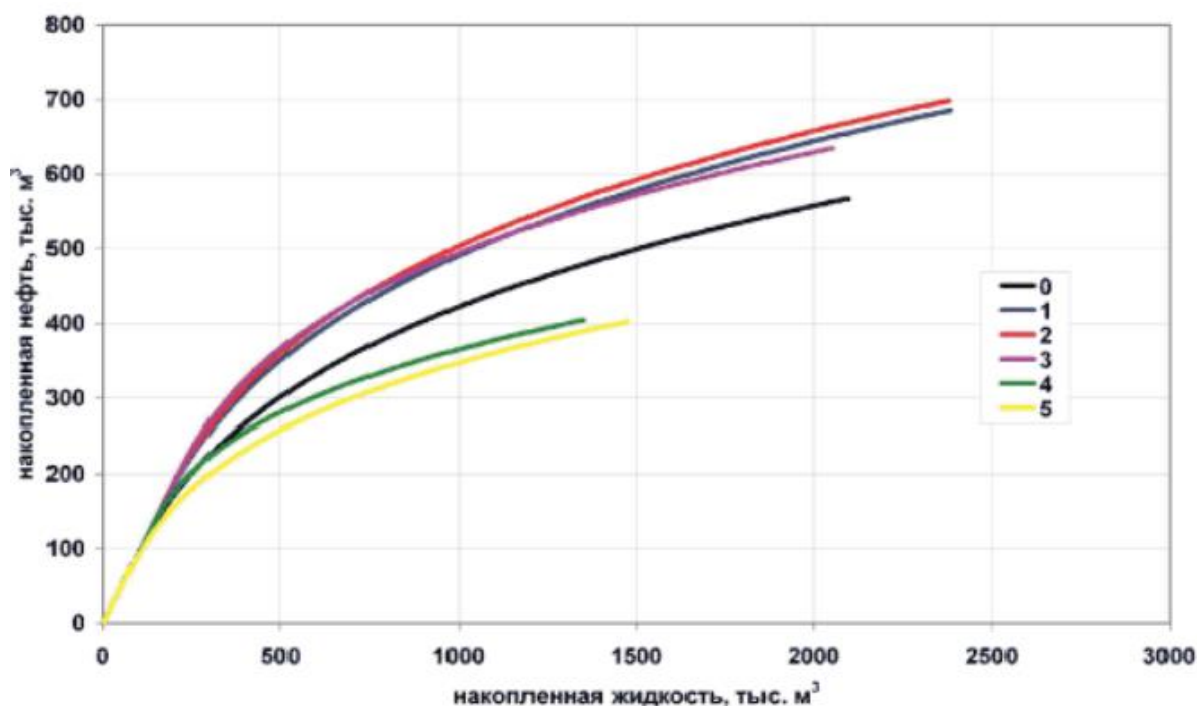


Рис. 2. Характеристики вытеснения группы добывающих скважин при различных вариантах вскрытия пласта

Усложнение линий тока в площадных системах разработки приводит к неравномерности вытеснения, образованию зон низких градиентов давления, а следовательно, к достижению низкого коэффициента охвата. Так, в случае применения нерядных схем размещения горизонтальных скважин возрастает вероятность образования целиков нефти — невыработанных участков даже в зонально-однородном пласте. Только приближение протяженности горизонтального ствола к линейным размерам элемента позволяет уменьшить площади потенциальных целиков в таких системах. Достижение 100%-ного охвата элемента вытеснением не может произойти даже при равенстве линейных размеров элемента и длины горизонтального ствола. Рядные же схемы расположения горизонтальных скважин лишены подобного недостатка, и высокий охват возможен при протяженностях горизонтальных стволов меньших линейных размеров элемента. Полученные результаты показывают, что однорядная схема расположения скважин позволяет существенно снизить протяженность горизонтального ствола для достижения необходимого коэффициента нефтеотдачи, а следовательно, уменьшить капиталовложения. • Технические науки 278 №6 2014 Вестник КазНТУ Наиболее выгодно использование рядных сеток с шахматным расположением горизонтальных стволов. Даже при относительной протяженности горизонтального ствола 0,1 — коэффициент охвата составляет около 0,82, такое значение достигается в «пятиточечной» сетке расположения ГС при четырехкратном увеличении протяженности горизонтального ствола, а в рядном лобном расположении скважин — лишь при более чем трехкратном увеличении протяженности. Шахматное расположение горизонтальных стволов имеет значительное преимущество перед лобным при относительной длине горизонтального ствола менее 0,6, т. е. при протяженностях ГС, соответствующих сегодняшнему уровню строительства скважин. Необходимо отметить, что при незначительной относительной длине горизонтального ствола в пятиточечной сетке ГС и однорядной лобной сетке ГС коэффициент охвата может быть даже ниже, чем при пятиточечной сетке расположения вертикальных скважин.

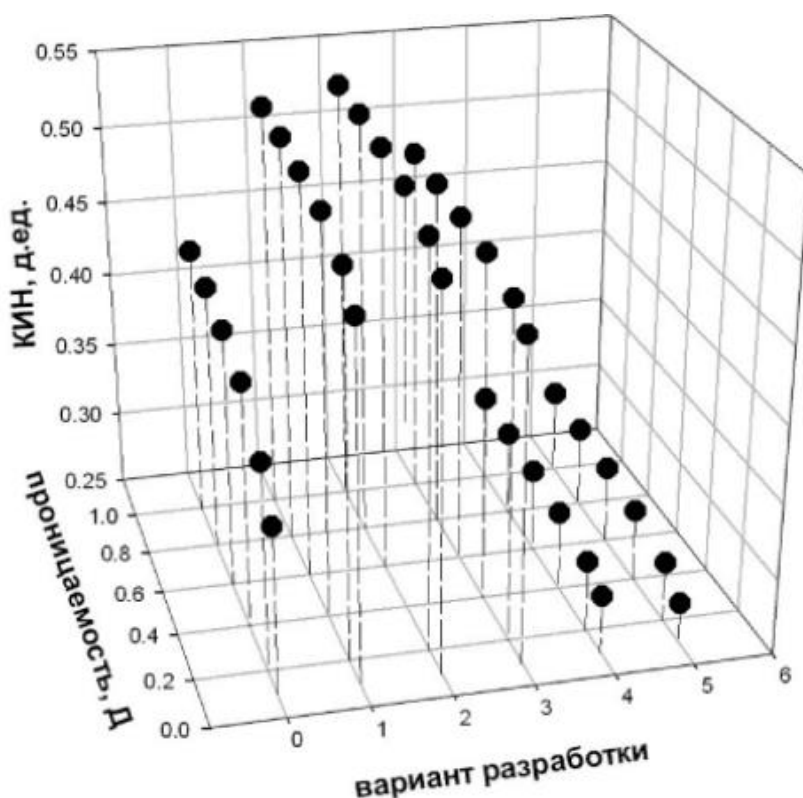


Рис. 3. Зависимость коэффициента нефтеизвлечения от проницаемости коллектора при различных вариантах разработки

Качественно новые условия фильтрации в однорядных схемах расположения скважин создаются при увеличении относительной длины горизонтальных стволов более 0,6, что связано с уменьшением искривлений линий тока между скважинами; это подтверждается средним градиентом давления в элементе — параметре, характеризующем степень дренирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Р.М.Батлер. Горизонтальные скважины для добычи нефти, газа и битумов. 2010 год.
 [2] Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учеб. пособие для вузов. - М: ООО «Недра-Бизнесцентр» 2002
 [3] Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр" 2003
 [4] <http://npf-paker.ru/article/books/13154.html> (Особенности горизонтального бурения)

Оңғаров Н.Қ.

Мұнай кен орнын өңдеу тиімділігін арттыру.

Түйіндемe: Мақалада мұнай кен орнын игеруге көлденең технологияның мүмкіндігі көрсетілген. Көлденең ұңғымалардың ұңғы бағдарлауы мен қолайлы орналасуының таңдауының көмегімен кен орынның өңдеу тиімділігі арттырады деп көптеген нәтижелер мен мысалдар келтіріліген. Көлденең бұрғылаудың басқа да бағыттары көрсетілген.

Негізгі сөздер: көлденең бұрғылау технологиясы, мұнай кен орындары, игеру тиімділігі

Ongarov N.K.

Improving the efficiency of oil field development.

Summary: The article considers the potential of horizontal technologies in development of oil fields. The results of numerical simulations that confirm that improve the efficiency of field development can be based on the optimal (by the criterion of maximizing oil recovery factor) to select a location, profile and the relative orientation of trunks horizontal wells. Considered other areas of horizontal drilling technology.

Key words: oil recovery, water flooding, production, stock. oil field, horizontal drilling technology, the efficiency of development.

УДК 004.383

А.С. Раскалиев, А.Т. Мурзалиев, Н.Б. Богуспаев

(Институт космической техники и технологий, Алматы, Республика Казахстан)

ОПЫТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОРРЕЛЯТОРА ПРИЕМНИКА GPS НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ SDR

Аннотация. На основе имитационной модели в среде MATLAB было разработано программное обеспечение коррелятора для реализации на микропроцессоре, построенном на базе технологии ПЛИС. Данное ПО разработано на языке аппаратного программирования Verilog-HDL в среде аппаратного симулятора Active-HDL v 9.1. Оно предназначено для отечественного навигационного модуля, который можно будет использовать для определения координат и орбитальных параметров в составе системы управления движения и навигации на казахстанских космических аппаратах, в том числе и на нано- и микроспутниках, а также для создания функциональных дополнений глобальных навигационных спутниковых систем.

Ключевые слова: программное обеспечение, коррелятор, ГНСС, GPS, Software Defined Radio.

Введение. Современные навигационные модули соблюдают ограничения CoCom, связанные с тем, что при вычисленной скорости движения объекта, на котором находится навигационный модуль, превышающей 515 м/с и при вычисленной высоте, превышающей 18000 метров, навигационный модуль перестает выдавать координаты и вектор скорости движущегося объекта. Для снятия ограничений при использовании зарубежных навигационных модулей требуется специальное разрешение фирмы-производителя, в этом случае цена навигационного модуля резко возрастает. Разрабатываемый отечественный навигационный модуль можно будет использовать в составе системы управления движения и навигации на казахстанских космических аппаратах, а также на нано- и микроспутниках для определения координат и орбитальных параметров. Кроме того, казахстанский навигационный модуль будет использован при создании функциональных дополнений к глобальным навигационным спутниковым системам, в том числе и в системах дифференциальной коррекции спутниковых навигационных сигналов. В данной статье описывается ПО вышеописанного навигационного модуля.

Целью ПО поиска сигналов СРНС является обнаружение сигнала заданного НКА в принимаемой смеси, а также оценка фазы ПСП и доплеровского смещения несущей частоты с точностью, достаточной для инициализации петель слежения за параметрами сигнала этого НКА. Поиск сигнала осуществляется в двумерной области, определяемой погрешностями априорных оценок фазы ПСП и

доплеровского смещения несущей частоты. Задача поиска решается на ограниченном интервале времени, длительность которого выбирают, исходя из двух противоречащих друг другу критериев. С одной стороны, для увеличения точности оценок фазы ПСП и частоты несущей необходимо увеличивать интервал времени поиска. С другой стороны, при увеличении времени поиска может перестать выполняться условие постоянства (или малости изменения) оцениваемых параметров на интервале поиска. Для стандартных значений мощности сигнала СРНС и внутреннего шума приемника удовлетворительные характеристики точности предварительных оценок параметров сигнала достигаются при времени обработки сигнала одного НКА, равном 5...10 мс [5]. Для таких интервалов времени задержка и доплеровское смещение частоты сигнала меняются незначительно, т.е. их можно считать постоянными величинами.

Методика тестирования программного обеспечения коррелятора. Тестирование цифрового коррелятора проводилось на битовых потоках (тестовых векторах), которые генерировались программно и имитировали выход радиочастотного модуля ГНСС приемника. Для целей тестирования входной сигнал для момента времени t_i рассчитывается по формуле (1):

$$S(t_i) = \sum_{j=1}^N S_j(t_i) + \eta(t_i), \quad (1)$$

где t_i – текущее системное время;

$S_j(t_i)$ – сигнал от спутника j ;

$\eta(t_i)$ – последовательность независимых отсчетов шума, с нормальным распределением, нулевым средним и дисперсией δ^2 .

Сигнал от спутника j вычисляется по формуле (2):

$$S_j = A_j \cdot G_j(t_i - \tau_i) \cdot D_j(t_i - \tau_i) \sin((\omega - \Omega_j) \cdot t_i + \varphi_i), \quad (2)$$

где A_j – амплитуда сигнала;

G_j – C/A код для данного спутника;

D_j – модулирование битами данных навигационного сообщения;

τ_i – задержка сигнала для данного спутника;

Ω_j – доплеровское смещение частоты;

φ_i – начальная фаза сигнала, считается константой для наблюдаемого временного интервала.

Моменты времени t_i соответствуют времени прихода синхроимпульсов выбранной основной тактовой частоты 30400 МГц. Вычисляемый по формуле (4.1) сигнал подвергался бинарному квантованию и подавался на вход программного коррелятора. При генерации тестового вектора задавались следующие параметры:

–уровень шума на входе коррелятора (определяет дисперсию шумовых отсчетов η_i в (4.1));

–псевдодоплеровская частота входного сигнала;

–смещение положения C/A кода во входном сигнале относительно тестовой шкалы времени.

Специально разработанный интерфейсный модуль подавал на вход программного коррелятора входной сигнальный поток и управляющие параметры. К управляющим параметрам относятся:

–частота опорного сигнала промежуточной частоты;

–номер C/A кода;

–задержка копии C/A кода относительно тестовой шкалы времени.

В ходе тестирования проверялись:

– выход коррелятора при работе по шуму;

– зависимость амплитуды сигнала на выходе коррелятора от рассогласования задержек входного сигнала и копии при отсутствии шума;

– зависимость амплитуды сигнала на выходе коррелятора от рассогласования задержек входного сигнала и копии при наличии шума;

– зависимость амплитуды сигнала на выходе коррелятора от рассогласования частот входного сигнала и копии.

Необходимо выполнить некоторые теоретические выкладки, результаты которых в дальнейшем будут сравниваться с полученными в ходе моделирования. Если на входе коррелятора действует вычисляемый по формуле (1) сигнал, для которого $S_j=0$ для любого t_i , то значения квадратур на выходе коррелятора могут быть записаны в виде уравнений 3:

$$Y_c = \sum_{i=0}^{i=30400} \eta_i \cdot \cos(\Delta t \cdot i \cdot \omega);$$

$$Y_s = \sum_{i=0}^{i=30400} \eta_i \cdot \sin(\Delta t \cdot i \cdot \omega),$$
(3)

где η_i – шумовые отсчеты (независимые, равновероятные 1 или -1);

Δt – период дискретизации (1/30400 МГц);

ω – частота опорного сигнала промежуточной частоты.

Плотность вероятности распределения величины η_i для случая бинарного квантования может быть записана в виде формулы 4:

$$p(\eta) = 0.5 \cdot \delta(\eta - 1) + 0.5 \cdot \delta(\eta + 1)$$
(4)

В соответствии с определением, математическое ожидание и дисперсия η_i будут определяться формулами 5 и 6 соответственно:

$$E[\eta] = \int_{-\infty}^{+\infty} \xi \cdot p(\xi) d\xi = -0.5 + 0.5 = 0;$$
(5)

$$\sigma^2[\eta] = \int_{-\infty}^{+\infty} \xi^2 \cdot p(\xi) d\xi = \int_{-\infty}^{+\infty} 0.5 \cdot \delta(\xi - 1) \cdot \xi^2 d\xi + \int_{-\infty}^{+\infty} 0.5 \cdot \delta(\xi + 1) \cdot \xi^2 d\xi = 1.$$
(6)

Если считать, что выражения для Y_c и Y_s представляют собой суммы статистически независимых величин с известной дисперсией $\sigma^2[\eta] \cdot \cos^2(I \cdot \Delta t \cdot \omega)$ или $\sigma^2[\eta] \cdot \sin^2(I \cdot \Delta t \cdot \omega)$ и математическим ожиданием, равным нулю, тогда дисперсия Y_c будет определяться по формуле 7:

$$\sigma^2[Y_c] = \sum_{i=0}^{i=N} \sigma^2(\eta_i) \cdot \cos^2(i \cdot \Delta t \cdot \omega) = \sum_{i=0}^{i=N} \cos^2(i \cdot \Delta t \cdot \omega).$$
(7)

В общем случае такая сумма ряда будет определяться по формуле 8:

$$\sum_{i=0}^{i=30400} \cos^2(i \cdot \Delta t \cdot \omega) = \frac{N-1}{2} + \frac{1}{2} \left[\frac{\cos(2(N-1) \cdot \Delta t \cdot \omega) - \cos(2N \cdot \Delta t \cdot \omega) - \cos(2\Delta t \cdot \omega) + 1}{2 \cdot (1 - \cos(2\Delta t \cdot \omega))} \right].$$
(8)

С учетом того, что $\cos(2\Delta t \cdot \omega) < 0.5$, очевидно, что второе слагаемое не больше 2. Таким образом, теоретическая дисперсия на выходе идеального коррелятора для выбранной частоты квантования будет определяться по формулам 9 и 10:

$$\sigma^2[Y_c] = \sum_{i=0}^{i=30400} \sigma^2[\eta_i] \cos^2(i \cdot \Delta t \cdot \omega) = 15200;$$
(9)

$$\sigma^2[Y_s] = \sum_{i=0}^{i=30400} \sigma^2[\eta_i] \sin^2(i \cdot \Delta t \cdot \omega) = 15200.$$
(10)

Результаты тестирования программного обеспечения коррелятора. Гистограмма выхода одной из квадратур коррелятора при работе по шуму приведена на рисунке 1. Амплитуда сигнала на выходе коррелятора может быть вычислена по формуле 11:

$$A = \sqrt{Y_c^2 + Y_s^2}.$$
(11)

Некоторое превышение дисперсии распределения, представленного на рисунке 1, над полученной в предыдущем разделе теоретической величиной объясняется квантованным представлением опорного сигнала промежуточной частоты в корреляторе.

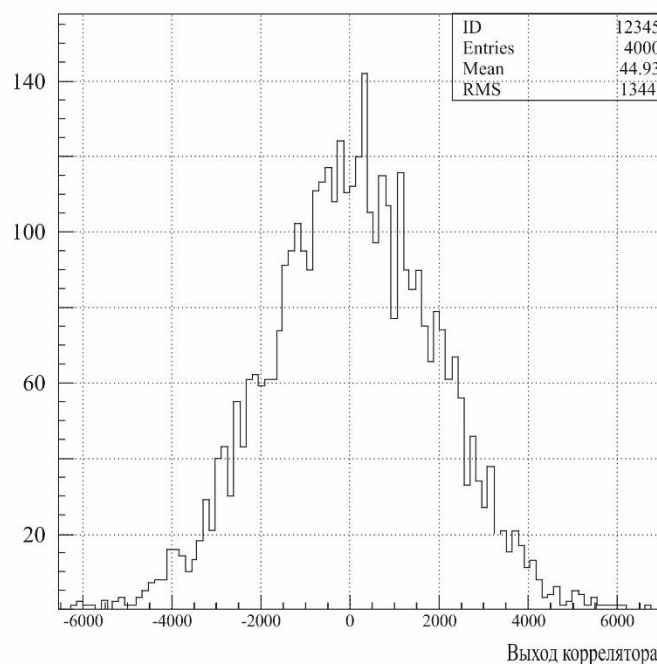


Рис. 1. Распределение одной из квадратур на выходе коррелятора при работе по шумовому сигналу

На рисунке 2 приведена характерная гистограмма амплитуды сигнала, вычисленного по формуле 11, на выходе коррелятора при уровне шума 35 дБГц. Очевидно, что форма распределения близка к распределению Рэлея, что также подтверждает правильность работы коррелятора.

Отношение сигнал/шум на входе коррелятора связано с амплитудой сигнала и дисперсией шума на входе коррелятора соотношением 12:

$$H_0 R = \frac{A_{input}^2}{2 \cdot \sigma^2} \cdot \Delta F, \quad (12)$$

где σ^2 – дисперсия шума на входе коррелятора;

ΔF – ширина полосы, в которой берется шум;

A_{input} – амплитуда входного сигнала.

Аналогичное соотношение определяет отношение сигнал/шум на выходе коррелятора при ширине полосы пропускания, равной 1000 Гц. Это позволяет оценить отношение сигнал/шум на входе и выходе коррелятора и, следовательно, его потери по сравнению с идеальным случаем. На рисунке 3 представлены:

– Зависимость измеренной амплитуды сигнала на выходе коррелятора от уровня шума (дБ Гц) – закрашенные кружки;

– Зависимость амплитуды сигнала на выходе коррелятора от уровня шума, рассчитанная по формуле 12 – незакрашенные кружки.

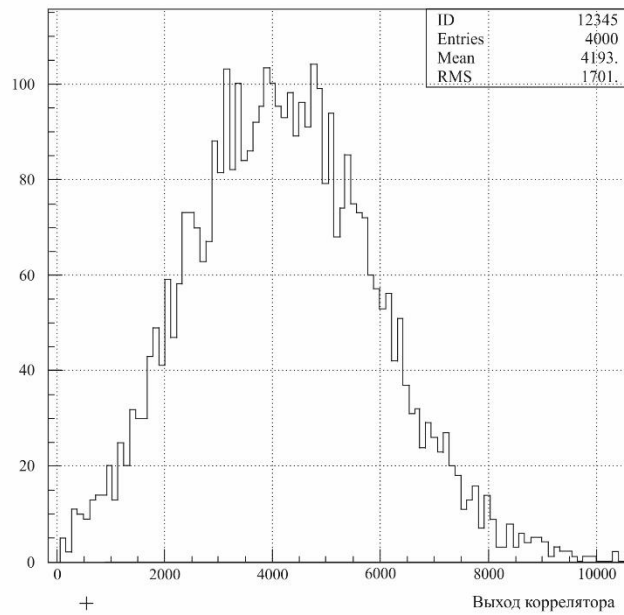


Рис. 2. Распределение амплитуды сигнала на выходе коррелятора при соотношении сигнал/шум 35 дБ Гц

Отличие в поведении двух зависимостей обусловлено, прежде всего, потерями в реальном корреляторе, связанными, главным образом, с бинарным квантованием входного сигнала. По графикам, приведенным на рисунке 3, можно сделать вывод, что потери в корреляторе в приведенном диапазоне уровней шума не превышают 3 дБ.

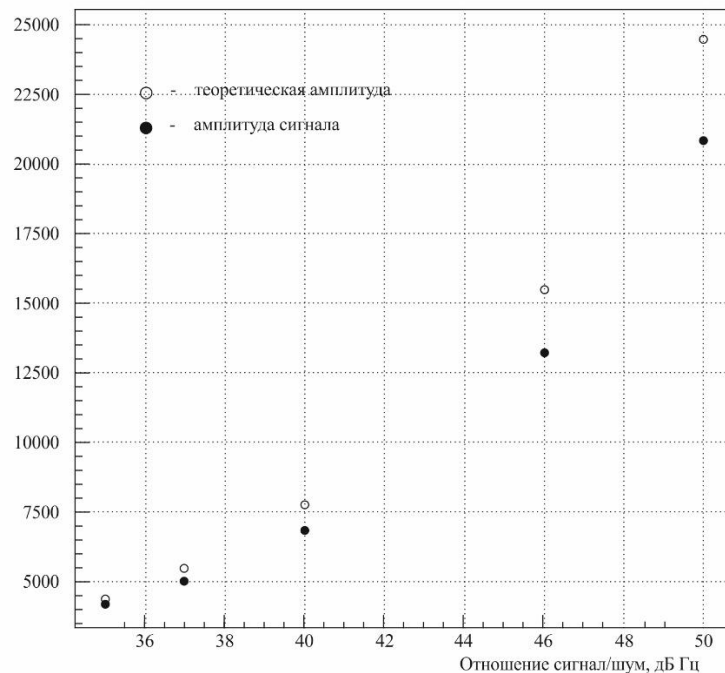


Рис. 3. Зависимость амплитуды на выходе коррелятора от отношения сигнал/шум на входе

Зависимость амплитуды сигнала от разности задержек между входным сигналом и копией в отсутствии шума приведена на рисунке 4. При генерации сигнала была задана задержка распространения, равная длительности 10 чипов C/A кода. Коррелятор был запущен в режиме сканирования с увеличением задержки от эпохи к эпохе на величину 1/14 длительности чипа C/A кода. Доплеровская частота положена равной нулю при генерации входной последовательности и при вычислении корреляционного интеграла.

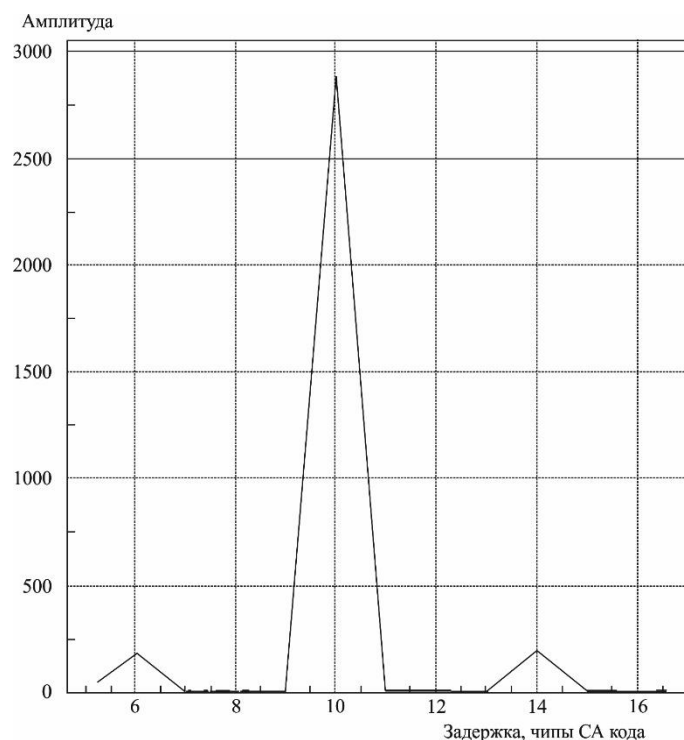


Рис. 4. Зависимость амплитуды сигнала от задержки в отсутствие шума

Из рисунка 4 видно, что полученная зависимость совпадает с теоретической [3], какие-либо искажения формы корреляционного пика отсутствуют. Это является важным результатом, так как правильность формы корреляционного пика напрямую влияет на точность оценки задержки сигнала в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Семенов С. А. Методы программной реализации приемников спутниковых радионавигационных систем: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.14. — М., 2005. — 152 с.
- [2] Бакитько Р.В. и др. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А.И. Перова и В.Н. Харисова. — М.: Радиотехника, 2010 г. — 800 с.
- [3] Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: учебное пособие для вузов. — М.: Радиотехника, 2003 г. — 400 с.
- [4] Михайлов Н.В. Методы поиска сигналов спутниковых навигационных систем в приемниках космического базирования. Часть 2. Расчет параметров комбинированного поиска / Н.В. Михайлов, В.В. Чистяков // Гироскопия и навигация. — 2014. — № 1. — С. 70-80.
- [5] Baracchi-Frei M. Real-Time GNSS Software Receiver Optimized for General Purpose Microprocessors [Электронный ресурс] / Marcel Baracchi-Frei. — Neuchatel, 2010. — (<http://doc.rero.ch/record/20498/files/00002162.pdf>).
- [6] Fantino M., Pini M., Mulassano P., Girau G., Nicola M., Nordio A. Signal Compression for an Efficient and Simplified GNSS Signal Parallel Acquisition // In proceedings of ION GNSS. — Savannah, 2008. — P. 159-166.

Раскалиев А.С., Богуспаев Н.Б., Мурзалиев А.Т.

SDR технология негізінде құралған коррелятор GPS қабылдағышының ақпараттық қамтамасыз ету жүйесін тәжірибелі сынау

Түйіндеме. Мақалада отандық навигациялық модульді ақпараттық қамтамасыз ету жүйесі қарастырылған. Ғарыш саласындағы инновациялар мен технологиялық жаңғыртуға жәрдемдесуге, атап айтқанда отандық ғылыми ғарыштық аппараттар жасаудағы ғылыми және технологиялық базалардың дамуы өте қажет. Ал мұндағы модульге арналған ақпараттық қамтамасыз ету жүйесі қазақстандық ғарыш аппараттарында қозғалыс басқару мен навигация жүйесінде қолданылады.

Негізгі сөздер: ақпараттық қамтамасыз ету, коррелятор, FHЖЖ, GPS, Software Defined Radio.

Raskaliyev A.S., Murzaliev A.T., N.B. Boguspaev

Experimental tests of the software for GPS receiver backend based on SDR technology

Summary. The article considers experimental tests of the developed software for the backend of the Kazakhstan satellite navigation module. Promotion of innovations and technological modernization in the space sector will be enhanced, in particular, by the development of a scientific and technological base for the development of Kazakhstan scientific space vehicles, and the software for this module can be used as part of a system for movement control and navigation of Kazakhstan's artificial satellites.

УДК 681.587 (043)

А. Т. Бекбай, Ж.С. Бигалиева

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, ainura_b.t@mail.ru)

**СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППЫ РОБОТОВ – МАНИПУЛЯТОРОВ
НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО МЕТОДА**

Аннотация. Исследуется разработка адаптивного метода синхронизации взаимодействия нескольких роботов-манипуляторов и проверка его посредством моделирования. Основным методом синхронизации манипуляторов, в данной работе — метод ошибки синхронизации, основанный на работе Донг Сан [1] — используется в сочетании с простым адаптивным регулятором. Параметры модели робота-манипулятора заимствованы из работы Стива Ульриха [2]. Апробация разработанных законов управления проводилась численным моделированием в программной среде Matlab. Модели манипуляторов разрабатывались в программе Simulink с помощью библиотеки SimMechanics.

Ключевые слова: роботы – манипуляторы, адаптивный метод, синхронизация, контроллер

Адаптивный контроллер отличается от обычного контроллера тем, что его параметры могут меняться со временем, и существует алгоритм для подбора этих параметров во время работы системы управления за счёт введения обратной связи. Для робота-манипулятора такими параметрами могут являться, как и коэффициенты ПИД-регулятора, так и характеристики самого манипулятора — длины и масса звеньев, масса и момент инерции полезной нагрузки.

Для последующего обзора введём динамическую модель звенного робота –манипулятора. Наиболее типичной формой описания многосвязного манипулятора с жёсткими звеньями является уравнение Лагранжа [1; 2–3];

$$H(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) = \tau, \quad (1)$$

где $q = [q_1, \dots, q_n]^T \in R^{n \times 1}$ — вектор обобщённых координат сочленений звеньев манипулятора, $H(q)\ddot{q} \in R^{n \times n}$ — матрица инерции, $C(q, \dot{q})\dot{q} \in R^{n \times 1}$ — вектор кореолисовых и центробежных сил, $G(q) \in R^{n \times 1}$ — вектор гравитационной силы и $\tau \in R^{n \times 1}$ — вектор внешних сил управления. Трение и различного рода возмущения опущены. Обозначим следующие три свойства для данного уравнения.

С в о й с т в о 1 Для всех $q \in R^n$ матрица $H(q)$ симметрична и положительно определена.

С в о й с т в о 2 Для всех $q \in R^n$ имеет место $N(q, \dot{q}) = \dot{H}(q) - 2C(q, \dot{q})$, где $N(q, \dot{q})$ — кососимметричная матрица.

С в о й с т в о 3 Уравнение динамики манипулятора линейно относительно параметров инерции. Другими словами, существуют такие вектор $a \in R^{r \times 1}$ и матрица-регрессор $Y(q, \dot{q}, \ddot{q}) \in R^{n \times r}$, что

$$H(q)v + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) = Y(q, \dot{q}, \ddot{q})a \quad (2)$$

Описание модели робота-манипулятора

В работе использовалась модель плоского двухзвенного робота-манипулятора (рис. 1[1]).

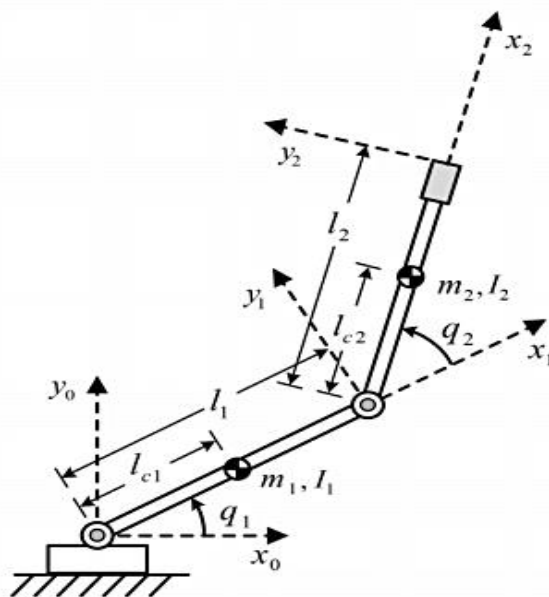


Рис. 1. Модель плоского двухзвенного робота-манипулятора:
 l_i — длины звеньев, l_{ci} — расстояния до центрах тяжести, m_i — массы звеньев, x_i — координаты сочленений и рабочего органа, q_i — углы поворота звеньев, $i = 1, 2$

В дальнейшем при моделировании будут использоваться уравнения для преобразования линейных координат и скоростей в угловые, описываемые уравнениями обратной кинематики, а также уравнение Эйлера - Лангража, описывающая динамику манипулятора. Для прямого преобразования библиотека SimMechanics располагает средствами, совершающими его автоматически.

З а м е ч а н и е 1 В рамках данной работы, моделирование будет происходить в условиях невесомости, следовательно ускорение свободного падения $g = 0$ м/с.

Моделирование и проверка полученных характеристик регулирования

Для моделирования использовалась программа Simulink. В процессе моделирования использовалась модель манипулятора со следующими характеристиками:

- Массы звеньев $m_1 = m_2 = 1.5075$ кг.
- Длины звеньев $l_1 = l_2 = 4.5$ м.
- Расстояние до центра тяжести $l_{c1} = l_{c2} = 2.25$ м.

В процессе моделирования использовалось два манипулятора. *Задача управления* — двигать рабочий орган манипулятора по заданной траектории

— полуокружности. *Задача синхронизации* — сохранение расстояния между рабочими органами манипулятора d м.

Моделирование с использованием адаптивной составляющей было проведено для тех же параметров ПД – регулятора. Ниже представлены результаты моделирования для адаптивного регулятора без синхронизации.

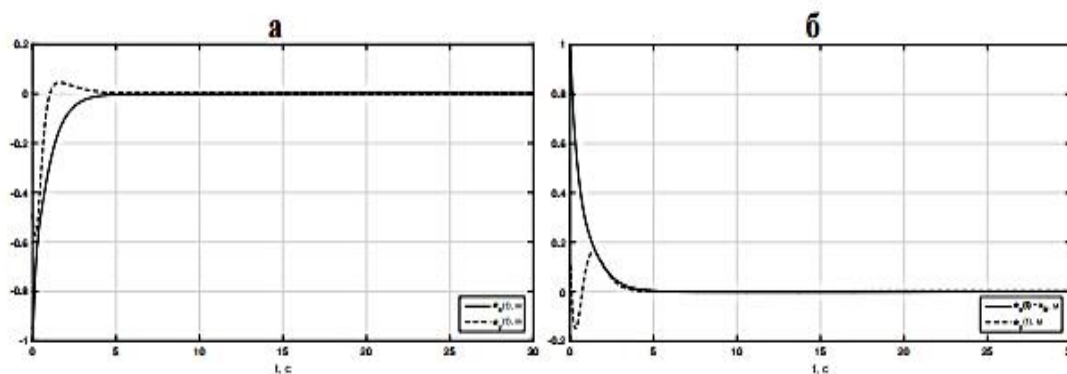


Рис. 2. Траекторные ошибки (адаптивный регулятор, без контура синхронизации): а — ошибка траектории первого манипулятора; б — ошибка траектории второго манипулятора

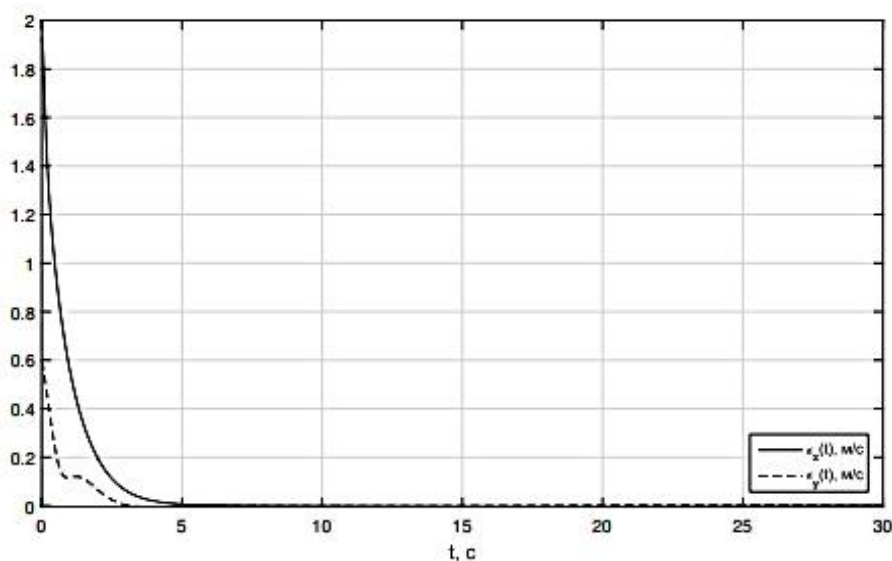


Рис. 3. Ошибка синхронизации по x и y (адаптивный регулятор, без контура синхронизации)

Ниже на рисунках 4 и 5 представлены результаты моделирования для адаптивного регулятора с контуром синхронизации.

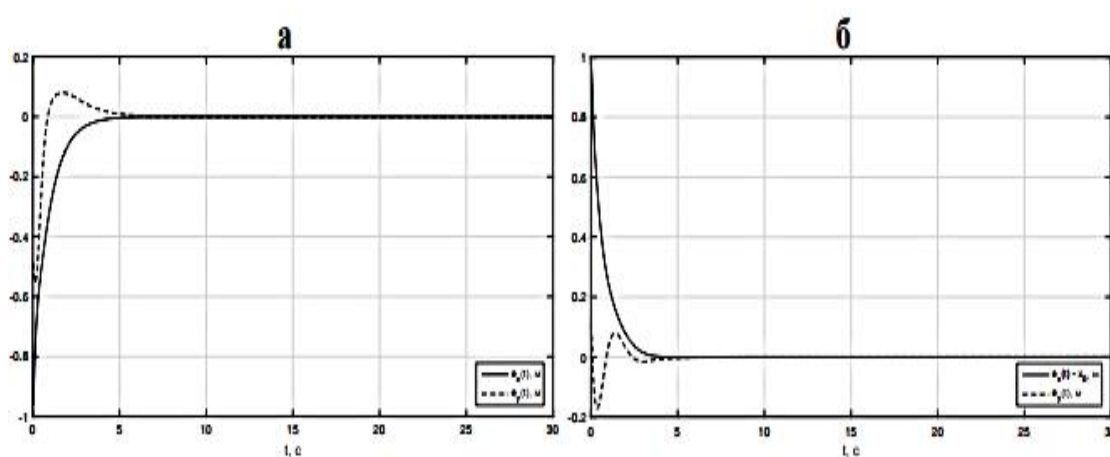


Рис. 4. Траекторные ошибки (адаптивный регулятор, с контуром синхронизации): а — ошибка траектории первого манипулятора; б — ошибка траектории второго манипулятора

По графикам видно, что при продолжительном регулировании траекторная ошибка и ошибка синхронизации уменьшается при использовании дополнительного контура синхронизации.

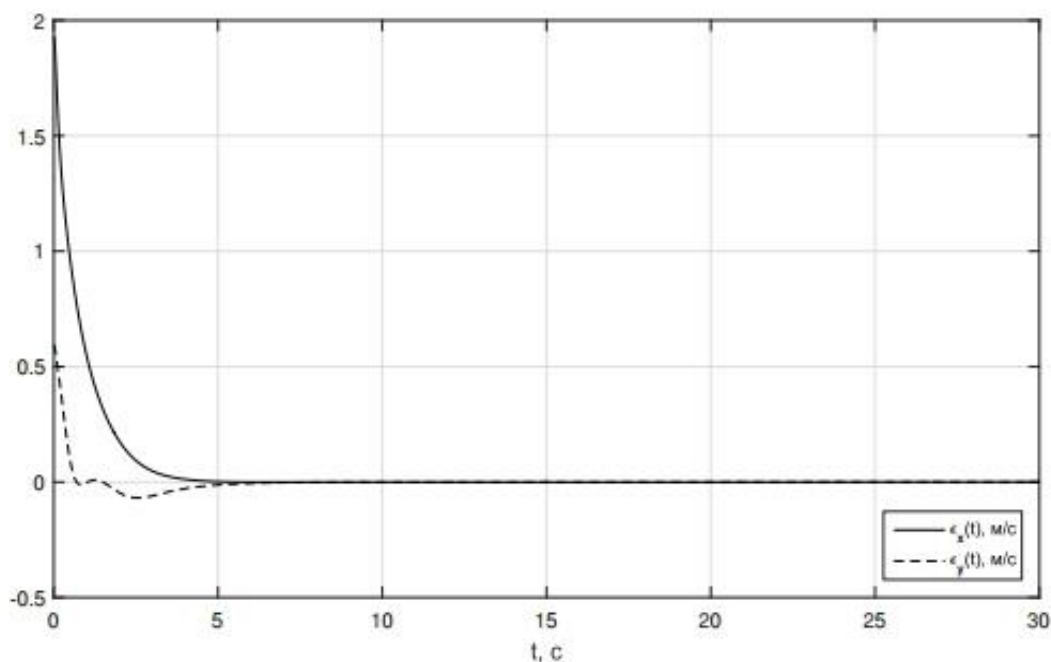


Рис. 5. Ошибка синхронизации по x и y (адаптивный регулятор, с контуром синхронизации)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сан Д., Миллс Ж. К., Адаптивное синхронизированное управление для координации задач мультироботизированной сборки // Робототехника и Автоматизация, Транзакции IEEE на. — 2002. — Издание 18, № 4. — Стр 498-510.
- [2] Ульрих С. Прямые методологии адаптивного управления для гибких совместных космических манипуляторов с неопределенностями, и ошибка моделирование: кандидатская диссертация / Ulrich Стив. - Карлтонский университет Оттава, 2012.
- [3] Скиэвикко Л., Сицилиано В. Моделирование и управление роботизированными манипуляторами. Наука Спрингера & деловые СМИ, 2012.

Bekbay A. T., Bigalieva Zh.S.

Synthesis of control algorithms for robots – manipulators on the basis of an adaptive method

Summary. This article describes a robot manipulator control method using a further synchronization circuit. For the simulation model was used a robotic arm, set in the Euler equation - Langrazh. The simulation used two types of controllers - PD - controller and an adaptive controller.

As a result of the simulation, it was shown that with the use of additional synchronization is to add additional control, depending on the overall error manipulators synchronization process performance improved - at long simulation synchronization error as trajectory error, manipulators are reduced. This is true for both adaptive controller and for PD.

Key words: robots - manipulators, adaptive method, synchronization, controller.

А.Т. Бекбай, Ж.С. Бигалиева

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, ainura_b.t@mail.ru)

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМАЦИЕЙ ГРУППИРОВКИ СПУТНИКОВ НА ОРБИТЕ ЗЕМЛИ

Аннотация. Синтезирована система управления формацией, состоящей из пары спутников лидер-последователь, на Орбите Земли. Орбита лидера принимается круговой, а угловая скорость постоянной. Спутники рассматриваются в виде материальных точек. Ориентация спутников не учитывается. Считается, что управление применяется в трех взаимно перпендикулярных направлениях независимо. Требуется разработать систему управления относительным положением спутника-последователя. Необходимо учесть внешние возмущения, такие как несферичность гравитационных полей Земли и Луны, влияние сопротивления атмосферы, влияние солнечного давления. Должны быть обеспечены следующие требования по точности:

- Установившаяся ошибка относительного положения не более 0,2м

Ключевые слова: Управление формацией, скользящий режим, Спутник.

Изучение проблем орбитальной механики обычно требует определения нескольких систем координат. В настоящей работе используются следующие:

- J , правая прямоугольная инерциальная система координат, с центром в центре Земли. Ось X направлена вдоль линии осеннего равноденствия. Ось Z направлена перпендикулярно экватору в сторону северного полюса. Ось Y , соответственно, образует правую прямоугольную систему координат. Эта система отсчёта обычно называется Геоцентрическая инерциальная (ECI).

Инерциальная система используется для определения векторов позиции r и скорости v спутника, а также прямого восхождения α_r и склонения δ_d (для второй экваториальной системы координат). Угол α_r измеряется от оси X до проекции вектора r на экваториальную плоскость, а угол δ_d от этой проекции до вектора r .

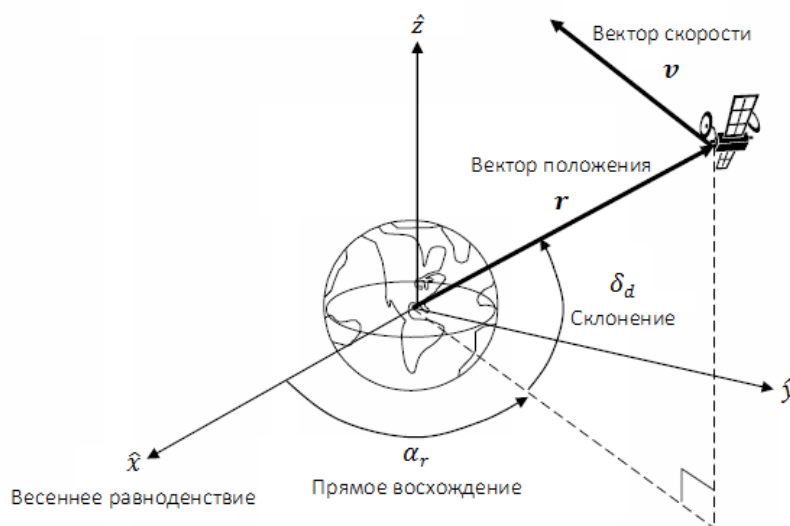


Рис. 1. ECI

- L , правая прямоугольная локально-вертикальная, локально-горизонтальная (LVLH) вращающаяся система координат, с центром в космическом аппарате. Ось X направлена радиально от аппарата. Ось Z направлена нормально к орбитальной плоскости, положительное направление совпадает с направлением (мгновенного) вектора орбитального момента. Ось Y образует правую прямоугольную систему координат.

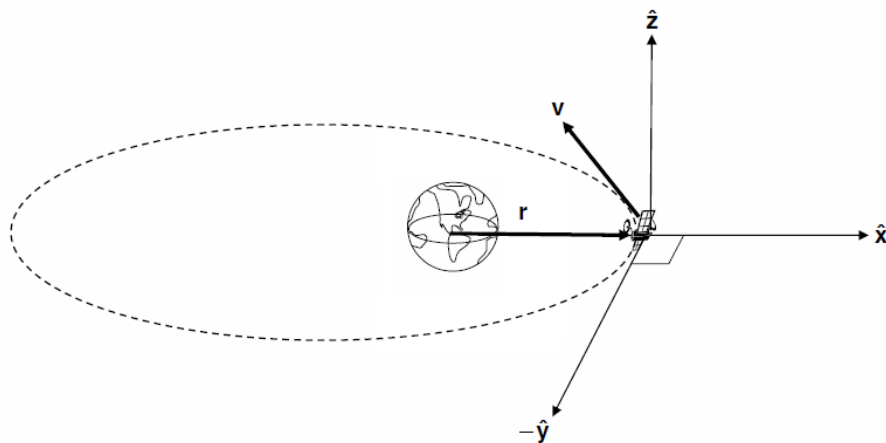


Рис. 2. LVLH

- $\mathcal{R}$, вращающаяся система отсчёта в полярных координатах, с центром в Земле. Фундаментальной плоскостью является плоскость орбиты. Единичный вектор $\hat{r}$ направлен радиально от Земли, а угол θ измеряется против часовой стрелки от некой опорной прямой PQ до вектора r

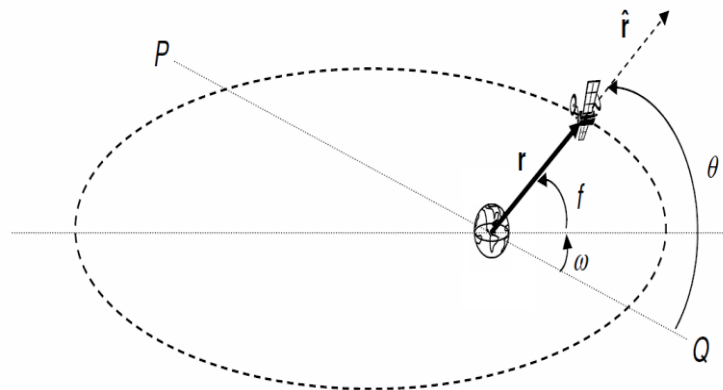


Рис. 3. Полярная система координат

Разработка системы управления на скользящих режимах

Способ управления в скользящем режиме отличается высокой надежностью.

В настоящей работе решается проблема отслеживания относительного движения в паре лидер-последователь. Цель управления – сформировать управляющее воздействие такое, что ошибки поддержания траектории последователя относительно лидера будут сходиться к нулю. Обозначим:

$$e = \begin{bmatrix} e_x \\ e_y \\ e_z \end{bmatrix}$$

и

$$\dot{e} = \begin{bmatrix} \dot{e}_x \\ \dot{e}_y \\ \dot{e}_z \end{bmatrix}$$

как ошибки слежения последователя, которые определяются как:

$$e \triangleq \rho d - \rho \quad (1)$$

$$\dot{e} \triangleq \dot{\rho} d - \dot{\rho} \quad (2)$$

где ρd и $\dot{\rho} d$ – желаемые относительные положение и скорость последователя относительно лидера.

В настоящей работе разрабатывает алгоритм поддержания относительного движения, основанный на алгоритме ST (super-twisting). Цель – обеспечить режим скольжения на многообразии:

$$s = \dot{e} + \lambda e, \quad (3)$$

где λ – это диагональная положительно определенная матрица, которая определяет наклон линии переключения.

Предлагается контроллер следующего вида:

$$\ddot{\lambda}_d - \dot{e} - K_1 \text{sign}(s)^{\frac{1}{2}} K_2 \int_0^{\tau} \text{sign}(s) dt - f(x) \quad (4)$$

где функция $\text{sign}(s)^{\frac{1}{2}}$ определяется как:

$$\text{sign}(s)^{\frac{1}{2}} = \begin{bmatrix} |s_x|^{\frac{1}{2}} \text{sign}(s_x) \\ |s_y|^{\frac{1}{2}} \text{sign}(s_y) \\ |s_z|^{\frac{1}{2}} \text{sign}(s_z) \end{bmatrix} \quad (5)$$

а $\text{sign}(s)$ обозначает:

$$\text{sign}(s) = \begin{bmatrix} \text{sign}(s_x) \\ \text{sign}(s_y) \\ \text{sign}(s_z) \end{bmatrix} \quad (6)$$

Матрицы коэффициентов усиления:

$$K_1 = \begin{bmatrix} k_{x1} & 0 & 0 \\ 0 & k_{y1} & 0 \\ 0 & 0 & k_{z1} \end{bmatrix}$$

и

$$K_2 = \begin{bmatrix} k_{x2} & 0 & 0 \\ 0 & k_{y2} & 0 \\ 0 & 0 & k_{z2} \end{bmatrix}$$

положительные.

Принимая $w_i(t) = d_i$ и подставляя (4) в

$$\begin{aligned} x_1 &= x_2 \\ x_2 &= f(x) + u + d \\ y &= x_1 \end{aligned}$$

получаем:

$$\dot{s} = K_1 \text{sign}(s)^{\frac{1}{2}} K_2 \int_0^{\tau} \text{sign}(s(t)) dt - f w(t) \quad (7)$$

Обозначим $\delta_i(t) = \dot{w}_i(t)$ и $[z_{1i}, z_{2i}]^T$, где

$$\begin{aligned} z_{1i} &= s \\ z_{2i} &= -k_{2i} \int_0^{\tau} \text{sign}(s(t)) dt - w_i(t) \end{aligned} \quad (8)$$

Тогда уравнение (7) может быть переписано в виде системы:

$$\begin{aligned} \dot{z}_{1i} &= -k_{1i} |z_{1i}|^{\frac{1}{2}} \text{sign}(z_{1i}) + z_{2i} \\ \dot{z}_{2i} &= -k_{2i} \text{sign}(z_{1i}) - \delta_i(t) \end{aligned} \quad (9)$$

Отметим, что (9) в форме алгоритма super-twisting.

Далее приводится доказательство того, что система сходится в начало координат за конечное время.

Реализация модели

Моделирование системы осуществляется в системе Matlab и пакете Simulink.

В данной программе задаются константы (гравитационная постоянная), параметры объектов (масса Земли, масса спутника-лидера, масса спутника-последователя и частота обращения спутника-лидера вокруг Земли) и начальные условия (начальное положение спутника-лидера на орбите и начальное относительное положение спутника-последователя), а также параметры регулятора на скользящих режимах (λ , K_1 , K_2). Далее задаётся время моделирования и запускается симулирование модели. После окончания симулирования строятся графики относительного положения, ошибки ре-

гулирования, производной ошибки, а также фазовая диаграмма зависимости производной ошибки от ошибки.

В далее представлены графические изображения реализации модели с пояснениями.

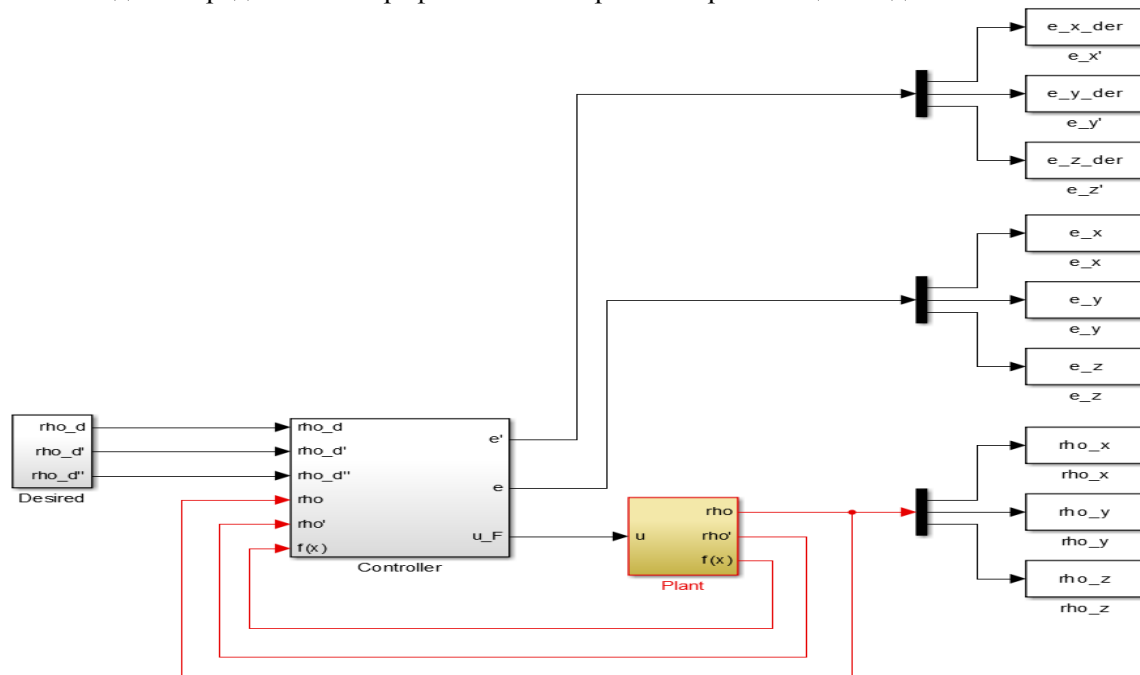


Рис. 4. Общий вид модели системы управления

Стоит отметить, что вся модель реализована в матричном виде.

Для моделирования были выбраны следующие уравнения относительного движения:

$$\rho_d = \begin{bmatrix} 10 \cos(1,5w_0) \\ 10 \sin(2w_0) \\ 5 \cos(3w_0) \end{bmatrix} \quad (10)$$

И соответствующие производные.

Для моделирования были выбраны следующие уравнения возмущающего воздействия:

$$d = \begin{bmatrix} 5 \sin(2w_0) \\ 4 \cos(1,5w_0) \\ 5 \cos(3w_0) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Блок контроллера реализован в двух вариациях: с регулятором на скользящих режимах и с ПД-регулятором.

К выходам обоих регуляторов применено ограничение в 15 Н.

Результаты моделирования

Для пропорционально-дифференциального регулятора получены следующие графики:

Для регулятора на скользящих режимах следующие графики:

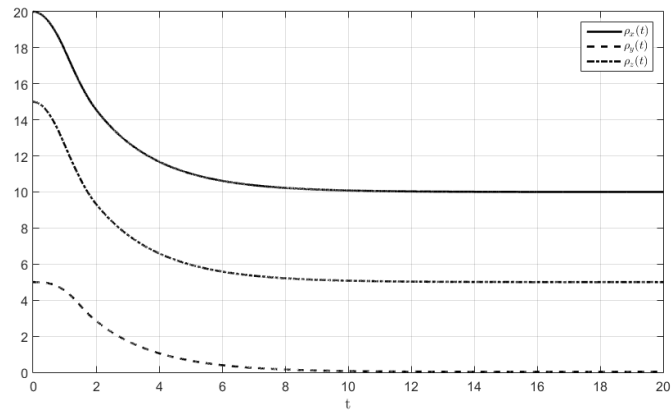


Рис. 5. График относительного положения для контроллера на скользящих режимах

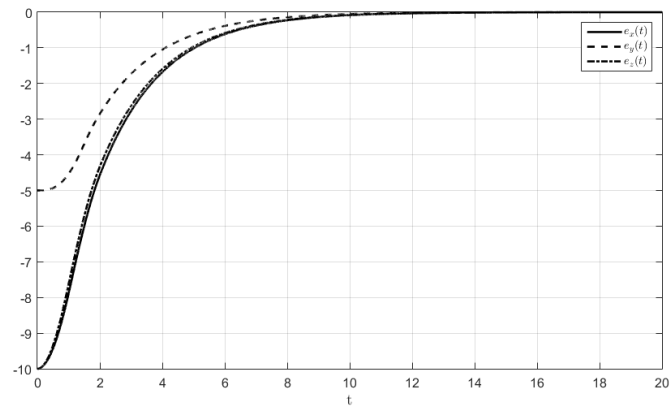


Рис. 6. График ошибки относительного положения для контроллера на скользящих режимах

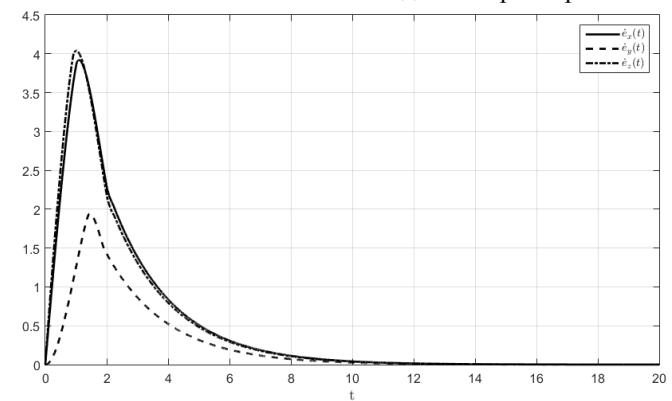


Рис.7. График производной ошибки относительного положения для контроллера на скользящих режимах

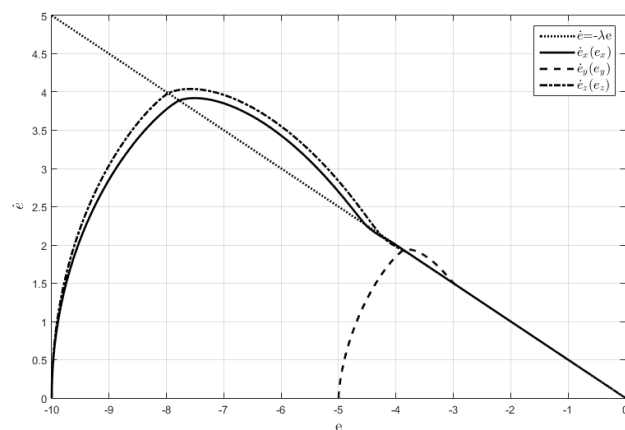


Рис. 8. Фазовый портрет для контроллера на скользящих режимах

Исходя из графиков, можно сказать, что контроллер на скользящих режимах показал заметно лучшие результаты: траектории более гладкие, время сходимости меньше (10 с против 15–20 с для ПД-регулятора), нулевая установившаяся ошибка, меньшие затраты на управление.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Alfriend K., Vadali S.R., Gurfil P., How J., Breger L. Spacecraft Formation Flying: Dynamics, Control, and Navigation. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010. 352 p.
- [2] Ch. Pukdeboon. Second-Order Sliding Mode Controllers for Spacecraft Relative Translation, Applied Mathematical Sciences, Vol. 6, 2012, no. 100, 4965–4979 p.
- [3] Levant A. Principles of 2-sliding mode design. Automatica, 2007, 576–586 p.
- [4] 7. Polyakov A., Poznyak A. Lyapunov Function Design for Finite-Time Convergence Analysis: “Twisting” Controller for Second Order Sliding Mode Realization. Automatica, 2009, 444–448 p.
- [5] 8. Y. Shtessel, C. Edwards, L. Fridman, and A. Levant, Sliding Mode Control and Observation. Series: Control Engineering, W. S. Levine, Ed. New York, Heidelberg, Dordrecht, London: Birkhauser, 2012.

Бекбай А.Т., Бигалиева Ж.С.

Жер орбитасындағы серіктертерді топтауын формациямен басқару алгоритмі

Түйіндеме. Жер орбитасындағы серіктертерді топтауын формациямен басқару алгоритмі қарастырылған. Жалпы, басқару теориясының ең негізгі тапсырмаларының бірі ол – жер орбитасындағы серіктердің топтарын басқару. Жұмыстың нәтижесінде спутниктерін ізбасар - жетекшісінің салыстырмалы фармация қозғалысын сипаттайтын математикалық моделі алынды мыстың нәтижесінде спутниктердің ізбасар - жетекшісінің салыстырмалы фармация қозғалысын сипаттайтын математикалық моделі алынды. Осы басқару нысаны үшін "Супер бұрау" алгоритмі негізінде жылжымалы тіреуіштер режимін басқару жүйесі әзірленіп, зерттелді. Ұсынылған контроллерлерді іске асыру үшін соңғы уақытта фаза траекториясының нөлге ұмтылуының теориялық нәтижелері көрсетілген. Сондай-ақ ПД - реттеушінің пайдалана отырып басқару жүйесі іске асырылды.

Кілт сөздер: Формациямен басқару, сырғымалы режимі, серік.

Bekbay A.T., Bigaliev Zh. S.

Control algorithms of a formation of group of satellites in Earth orbit

Summary As a result of operation the mathematical model of the description of the relative movement of satellites in a formation the leading follower is received. The management system on the sliding modes based on an algorithm "super-twisting" is developed for this control object. For implementation of the offered controller, theoretical proofs of convergence of a phase path are provided to zero for finite time. The management system with use of the PD-regulator is also realized. Coefficients of the regulator are picked up by an empirical method.

Keywords: Management of a formation, the sliding mode, the satellite.

УДК 620.178 / .193.16

¹ К.К. Сейтказенова, ¹ Б.Р. Арапов, ² Г.Т. Шокобаева, ³ А.Б. Телешева

(¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент

²Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы

³Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, assel_telesheva@mail.ru)

ОЦЕНКА РАЗРУШАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КАВИТАЦИИ НА КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация. Проведена оценка разрушающего воздействия кавитации на конструкционные материалы. Предельные свойства материалов в конкретных условиях изнашивания определяли расчетным способом, что дает возможность создать расчетную методику оценки износостойкости материалов при изнашивании.

Ключевые слова: кавитация, надежность, конструкционный материал, напряжение, методика

На основании структурно-энергетических моделей надежности [1-2] важными характеристиками работоспособности деталей являются: критические скорости $v_{кр}$ и давления $P_{кр}$; удельная энергия разрушения $E_{уд}$, $v_{кр}$, критическая плотность потока энергии (мощности) деформации $W_{кр}^*$, аккумуляционный период $\tau_{акк}$ накопления внутренней энергии $E_{уд}$ деформируемыми объемами материала к началу их разрушения с образованием продуктов изнашивания.

Параметр $W_{кр}^*$ является достаточно надежным критерием оценки износостойкости различных материалов в условиях, когда преобладающим является механический фактор и определяется по усредненным в объеме $V_{N_{кр}}$ свойствам изнашиваемых материалов.

Используя ранее полученные результаты [3], запишем выражение $W_{кр}^*$ в таком виде

$$W_{кр}^* = E_{y\partial} \cdot \mathcal{G}_{кр} = E_{y\partial} \sqrt{\frac{2}{\rho_{\mu}} \left(E_{y\partial} = \sigma_{S_n} e_i^{nped} \right)}, \quad (1)$$

где σ_{S_n} – циклический предел текучести;

e_i^{nped} – деформация разрушения.

На первом этапе устанавливается напряженное состояние поверхностных слоев изнашиваемых деталей, затем определяется предельная прочность $S^{\max}$ (твердость $H^{\max}$) или предельное значение накопленной деформации e_i^{nped} к моменту разрушения, соответствующее установленной жесткости напряженного состояния. Допустим, известна $H^{\max}$, следовательно, для определения энергоемкости $E_{уд}$ и, наконец, величины $W_{кр}$, достаточно располагать графиком зависимости $S = f(e_i)$ или $H = f(e_i)$, построенным, например, по результатам динамического ступенчатого сжатия образцов исследуемого материала.

Использование такой методики возможно лишь в случае незначительного отличия диаграммы $S = f(e_i)$ от диаграммы истинное напряжение – накопленная деформация при циклическом нагружении по величине модуля упрочнения в пластической области, т.е. при выполнении условия пропорциональности соответствующих работ деформации.

Для определения характера напряженного состояния металлов в зоне контакта взаимодействия потока жидкости с изнашиваемой поверхностью моделировали вдавливанием в образцы сталей конуса с различными углами при вершине (в пределах от 45 до 136°). Интенсивность деформации после вдавливания указанных инденторов определяли измерением твердости [4-6] в 30-60 точках на поверхности образцов, разрезанных по плоскости, проходящей через середину отпечатков. По результатам измерения твердости HV и H_{μ} строили изолинии, а затем с помощью тарировочных графиков определяли соответствующие этим изолиниям интенсивности деформаций и напряжений. Тарировочные графики напряжение σ_i – твердость HV – пластическая деформация e_i строили по методике Цветкова Ю.Н. – по результатам сжатия цилиндрических образцов исследуемых сталей. На каждой ступени сжатия интенсивность напряжений σ_i и деформаций e_i определяли по формулам [7]

$$\sigma_i = \frac{4p}{\pi d_0^2 h_0 / h} \quad \text{и} \quad e_i = \ln \frac{h_0}{h} \quad (2)$$

где p – деформирующее усилие;

d_0 – диаметр образца;

h_0 и h – высота образца до и после сжатия.

После сжатия образцы разрезали по диаметральной плоскости и в 10 точках центральной части сечения измеряли твердость HV. При оценке предельных свойств исследуемых сталей использовались диаграммы пластичности, связывающие интенсивность деформаций e_i^{nped} в момент появления первой макротрещины с параметром напряженного состояния материала Π . Построение указанных диаграмм производилось по методике, изложенной в работе [8].

Оценка износостойкости металлов в общем случае может быть произведена в такой последовательности:

1. Для конкретных условий внешнего нагружения изнашиваемых деталей расчетно-экспериментальным путем определялось значение параметра жесткости напряженного состояния Π .

Общепризнан, и получил наибольшее распространение показатель схемы напряженного состояния - коэффициент жесткости напряженного состояния, предложенный Г.А. Смирновым - Аляевым [9]

$$\Pi = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_i} = 1.65 \ln \frac{3450}{HV}, \quad (3)$$

где $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ - главные напряжения;
 σ_i - интенсивность напряжений.

Чем больше коэффициент Π , тем меньше пластичность металла. Если в схеме напряженного состояния преобладают сжимающие напряжения, то $\Pi < 0$, и схему считают мягкой. Если преобладают растягивающие напряжения, то $\Pi > 0$, и схема – жесткая, и тем более жесткая, чем больше Π .

2. По данным механических испытаний образцов на растяжение и сжатие строилась диаграмма пластичности $e_i^{пред} - f(\Pi)$ с учетом цикличности и динамического характера нагружения.

Связь между деформацией в момент разрушения, и коэффициентом жесткости напряженного состояния можно представить для сталей зависимостью [9]:

$$e_{кр} = 2 \cdot e_p \cdot \exp(-0,72 \cdot \Pi), \quad (4)$$

где $e_{кр}$ – критическая степень деформации,
 e_p – интенсивность деформации в момент разрыва при одноосном растяжении.

3. По характеру Π устанавливалось значение накопленной деформации $e_i^{пред}$ разрушения.

4. Методом вдавливания конусов строилась зависимость твердости H от степени деформации.

На твердомерах Виккерса, Роквелла и ПМТ-3 путем вдавливания инденторов с различными углами 2γ при постоянной нагрузке определяют соответствующие значения твердостей, а по известному графику зависимости деформации от угла 2γ определяют деформацию для каждого 2γ ; по измеренным значениям H и соответствующим деформациям строят диаграмму твердости $H = f(e_i)$

5. По зависимости $H = f(e_i)$ и $e_i^{пред}$ определялась энергоемкость

$$E_{уд} = \int_0^{e_i^{пред}} H de_i, \quad (5)$$

затем критическая скорость удара

$$g_{кр} = \left(\frac{2E_{пл}}{\rho_m} \right)^{1/2} = \left[\frac{2}{\rho_m} (E_{уд} - H_0 e_i^{пред}) \right]^{1/2} \quad (6)$$

По известным значениям $E_{уд}$ и $v_{кр}$ нетрудно определить $W_{кр}^*$ - критическую плотность энергии (мощности) деформации и эрозионную стойкость металлических материалов

$$W_{кр}^* = E_{уд} \cdot g_{кр} \quad (7)$$

Во всех случаях при отделении частиц износа от поверхности реализуются предельные свойства материалов, т.е. $W_{кр}^*$, $P_{кр}$, $v_{кр}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Погодаев Л.И., Кузьмин В.Н., Сейтказенова К.К., Родионов В.П. Структурно-энергетические модели повреждаемости материалов при эрозии и усталости с учетом масштабных эффектов// Проблемы машиностроения и надежности машин. – М.: 2001, №4. – С. 32 – 43.
- [2] Погодаев Л.И., Сейтказенова К.К., Айнабеков А.И., Печерский В.Н. Влияние масштабных эффектов на износостойкость и долговечность материалов //Наука и образование Южного Казахстана. Сер. Процессы и аппараты.– 2005, №8 (48).–С.118-121.
- [3] Материалы научно-методической конференции «Надежность судовых технических средств, конструкционных материалов и покрытий». Сборник трудов. Часть II. Санкт-Петербург. СПбГУВК, 2008, с.50-63.
- [4] Васаускас С.С. //В кн.: Труды метрологических институтов СССР.–1967.–Вып.91.–151 с.
- [5] ГОСТ 2999-75. Методы испытаний. Измерение твердости по Виккерсу.
- [6] ГОСТ 9450-76 Методы испытаний. Измерение микротвердости.
- [7] Цветков Ю.Н. Кавитационное изнашивание металлов и оборудования.–М.: Изд. СПбГПУ, 2003.–154 с.
- [8] Погодаев Л.И., Цветков Ю.Н. Зависимость износостойкости и долговечности материалов при микроударном нагружении от механических свойств поверхности// Проблемы машиностроения и надежности машин, 1997, № 3. С.40-51.
- [9] Смирнов - Аляев Г.А. Механические основы пластической деформации.–Л.: Машиностроение, 1968.–236 с.

Сейтказенова К.К., Арапов Б.Р., Шокобаева Г.Т., Телешева А.Б.

Кавитацияның конструкционды материалдарға бұзушылық әсері

Түйіндеме. Кавитацияның конструкционды материалдарға бұзушылық әсерін материалдардың беріктік және энергетикалық сипаттамалары $P_{кр}$, $V_{кр}$, $E_{уд}$, $W_{кр}$ арқылы сипаттауға болады. Тозудың нақты шарттарындағы есептеу әдісі арқылы анытауға болады, ал бұл тозудағы материалдардың тозуға тұрақтылығын анықтауға мүмкіндік беретін есептік әдістемесін жасауға мүмкіндік береді

Түйін сөздер: кавитация, сенімділік, конструкционды материал, кернеу, әдістеме

Seytkazanova K.K., Arapov B.R., Shokobaeva G.T., Telesheva A.B.

Assessment of the destructive effect of cavitation on structural materials

Summary. Estimation of the destructive effect of cavitation on structural materials can be carried out on the strength and energy characteristics of materials: P_{cr} , V_{cr} , E_{sp} , W_{cr} .

The ultimate properties of materials in specific wear conditions can be determined by calculation, which makes it possible to create a calculation method for estimation the wear resistance of materials during wear.

Key words: cavitation, reliability, structural material, stress, technique

ӘОЖ:656.004.4

М.Ж. Егембердиева

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қазақстан Республикасы, Алматы, mmika0937@gmail.com)

**АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ҚАЛАЛЫҚ ҚОҒАМДЫҚ КӨЛІК ҚОЗҒАЛЫСЫН
ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖӘНЕ ТИІМДІЛЕУ**

Аңдатпа. Мақалада қалалық қоғамдық көлік бағыттарын тиімділеу мен оңтайландырудың әдістемелік негіздері қарастырылған. Сонымен қатар, осы қарастырылған ғылыми әдістерге талдаулар жасалынған. Қалалық қоғамдық көліктерді дамытуға жасалынған талдаулар бойынша бүгінгі таңда қазіргі заманғы технологияларды пайдаланып қалалық жолаушылар тасымалын жүзеге асыру болып табылады.

Қазіргі кезде автомобильдендіру саласында қоғамдық көліктерді қала тұрғындары үшін ыңғайлы және қолжетімді ету шараларын қабылдауды талап етеді. Көліктің бұл түрі қалалық көлік жүйесінің бір бөлігі болғандықтан, қалалық мәселерді, көлік инфрақұрылымын, тұрақ саясатын дамыту және жаяу жүргінші қозғалысын ұйымдастыру және т.б мәселелерді қосқанда, оның жұмысын тиімді ұйымдастыру халықтың көлік қызмет мәселелеріне кешенді көзқарасты талап етеді

Негізгі сөздер: қалалық жолаушылар көлігі жүйесі, қоғамдық көлік, қоғамдық көлікті тиімділеу, қоғамдық көлікті оңтайландыру.

Қоғамдық жолаушылар тасымалдау көлігінің маңызын қандай мемлекетте болмасын бағалаудың маңызы зор. Қалалық жолаушылар тасымалдау көлігі кәсіпорын, ұйым, мәдени және спорттық, тұрмыстық және басқа мекемелерге қарасты аймақтан орталыққа көлікпен тасымалдау үшін арналған. Қалалық жолаушылар тасымалдау көлігі маршрутты емес түріне барлық кластардағы үлес салмағы жолаушылар тасымалдауда үнемі өсіп отыратын жекеменшік автокөліктерді жатқызуға болады.

«Алматы - халық көп шоғырланған ірі қалалардың бірі. Қаланың 1000 тұрғынына шаққанда 360 көліктен келеді. Қалада көше-жол желісі 10% ды құрайды. Әлемдегі дамыған елдерде бұл көрсеткіш 35, 25 пайызды құрайды. Бұл кеңестік дәуірден қалған қала құрылысы саясатының жемісі. Ол кезде Алматы қоғамдық көлікке лайықталып, ал автомобилизация деңгейі 1000 адамға 70 көлікке есептелген. Ол көрсеткішке Алматы 90 жылдарда жеткен.

Автобустар біздің қаламызда, азаматтардың көпшілігі күн сайын пайдаланатын ең басты қоғамдық көлік болып табылады. Бүгінде Алматыда 160 автобус маршруттары жұмыс істеп тұр, олардың кейбірі қала мен Алматыға жақын орналасқан елді мекендердің байланысын қамтамасыз етеді. Бұдан басқа, автобустардың бір бөлігі (шамамен 800 бірлік) компресстелген (сығылған) табиғи газға көшірілген. Шамамен күніне 1,5 млн адам қоғамдық көлікті пайдаланады[1].» Болжамдарға сәйкес, 2030 жылға қарай бұл сан 2,5 млн [2] дейін өседі.

Маршрут желісін жетілдірудің бірінші кезекте тапсырмасы, барлық режимдерде жұмыс істеуі әр бағыттың міндеті ретінде көліктің қызмет көрсетуі, әртүрлі бағыты мен ағымдағы түзетуін ескеріп отыру, оның жағдайының күнделікті мониторингі болып табылады. Нәтижесінде барлық категориядағы жолаушылар, «жүру уақыты - ыңғайлылық - баға» арақатынасына ең қажетті жолаушылар тасымалының әр бағытында өзінің қажеттіліктерін қанағаттандыра алады.

2013-2014 жылдары Алматы қаласында көлік секторының негізгі көрсеткіштерімен көлемі бойынша 1-суретте көрсетілген[8].



1-сурет. 2014 жылы Алматы қаласының жолаушылар көлігі ұйымдарының құрылымы,% бойынша

Осыған орай болашақты ескере отырып, мынадай басты мәселерді шешу керек:

- Алматы қаласы тұрғындарының жолаушылар тасымалына қажетті талаптарды толықтай қанағаттандыруын алдағы жылдарда қол жеткізу қажет;
- жол-көше желісіндегі кептелісті және кептелістен туындайтын мәселені төмендету, әсіресе «қарбалас сәт» уақында көлік шаршауы жоғарлауына және тасымалдау қызметінің көрсеткішінің нашарлауын жеке көлік сияқты қоғамдық көліктің уақытқа қол жетімділігі (әсіресе қала орталықтарында) жол жүру уақытының өсуіне әкеп соғады;
- халықтың орын алмасуға кеткен жиынтық уақытының жоғалуын қысқарту, қалалық жолаушылар тасымалдау автокөлігінің маршруты арасында жолаушыларды тең бөлу[9].
- интернет желісінің көмегімен жолаушы қосымша арқылы тиімді маршрутты таңдау қиындықтары;

Алматы қаласының қоғамдық көлік жүйесінің негізгі мәселелерін шешу үшін мынадай міндеттер қарастырылады:

- қарастырылып отырған қоғамдық көліктің жолаушылар тапсырмасын шешімін оңтайландыру тапсырмаларының шешімін аналитикалық талдау;

- қоғамдық жолаушылар тасымалдау көлігінің тапсырмасын шешімін оңтайландыруда қолданыстағы әдістерді және алгоритмдерді талдау;

- қалалық жолаушылар көліктің бағытын жолаушылар үшін тиімділеу тапсырмасының математикалық моделі;

- қалалық қоғамдық көлік бағыттарын қалыптастыру тапсырмаларының алгоритмдері мен әдістерін құру;

- ұсынылған әдіс пен алгоритмді қоғамдық жолаушылар тасымалдау көлігінің тапсырмасын шешімін оңтайландыруда тәжірибеде іске асыру;

- ұсынылған әдісте жолаушылар үшін минималды аялдамалар мен ауысымдары бар бағытты табу тапсырмасының шешімін тиімділеудің теориялық және тәжірибелік зерттеуі.

Кейбір бағыттардың тиімділігін арттыратын әдістер Логинов В.Н., Болоненков В.Г., Либерман С.Ю., Спирин И.В. және басқа да ғалымдардың еңбектерінде қарастырылған [3].

Осы бағытта орындалған жұмыстарды қарастыра келе, ҚДТК бағыттық желілерді жобалаудың барлық әдістерін үш негізгі топқа бөлуге болады:

–формалды математикалық моделдердің негізінде жолаушы тасымалдаудың бағыттарын автоматты жобалау;

–жолаушы тасымалдаудың бағыттарын құру процессін кейбір бөліктерін автоматтандыру және нәтижесін маманмен сараптық бағалануы;

–тәжірибе негізінде шешім қабылдау және формалды емес сарапшылар талдауы.

Қатаң формалды математикалық моделдерді қолдану программаға салынған алгоритм тарапынан тиімді шешім береді, бірақ бұл тәсілдің кемшілігі болып қала дәстүрлерін, экологиялық жағдайды, басқа да талаптарды ескеруге мүмкіндік жоқ. Сондықтан тиімді болып екінші әдіс саналады, себебі, сарапшы шыққан нәтижені талдап, соңғы шешімді қабылдайды[4].

Қазіргі даму кезеңінде көлік жүйесі логистика тұрғысынан жетілдіру жөніндегі шаралар кешенін тиімді дамыту қажет. Талдау нәтижелері бойынша соңғы кездері көліктерде техникалық құралдар мен әдістер жиынтығын ала отырып, жолаушыларды жоспарлы уақытпен, қауіпсіз, сенімді және үздіксіз жеткізу үшін логистикалық қағидалар қолдану үрдісі қарқынды дамып келе жатыр.

Қалалық қоғамдық тасымалдаушы көліктерді дамытуға жасалынған талдаулар бойынша бүгінгі таңда қазіргі заманғы технологияларды пайдаланып қалалық жолаушылар тасымалының логистикалық жүйесін жетілдіру маңызды.

Зерттеулердің көпшілігіне қарамастан ірі қалаларда қоғамдық көліктерді бақылау және реттеу ғылыми әдебиеттерде жеткіліксіз қамтылған. Аялдамаларда және тоқтау нүктелерінде халық ағынын реттеу мәселесі іс жүзінде мүлдем қарастырылмаған.

Қалалық қоғамдық жолаушылар көлігі логистикалық қызметтерді жақсарту мәселелері әлі күнге дейін жеткілікті түрде зерттелмеген. Осы себепті, қалалық көлік қозғалысын басқару мәселелерін шешуде жолаушы тасымалдаушы көліктерінің шығындарын азайту және тиімділігін арттырудың маңызы зор[5].

Тасымалдау жүйесінің заманауи сатысында жолаушылар тасымалын басқаруы бойынша іс-шаралар жиынтығын логистикалық тарап жағынан жетілдірілуді талап етеді. [6].

2010-2016 жылы Алматы қаласының әкімдігі көлік инфрақұрылымы саласында айтарлықтай нәтижелерге қол жеткізді. Атап айтқанда, мынадай шаралар жүзеге асырылуда:

1) Қоғамдық көлікті қадағалау үшін диспетчерлік жүйені қалпына келтірілді және жаңа аялдамалар салынып жатыр.

2) Сонымен қатар, тасымалдаушылар арасында бәсекелестікті арттыру бірінші муниципалды автобус паркі салынды және қоғамдық көлік құрамы жаңартылған, автобустар, троллейбустар халықаралық сапа стандарттарына сәйкес, қазіргі таңда айналымда жүр.

3) Бүгінгі таңда қоғамдық көлік қызметінің сапасын қатаң бақылауды жүзеге асыру барысында Transfer Holding құрылды.

4) Алматы тұрғындары мен қонақтарының тілектерін ескере отырып, Алматы қаласының орталығынан әуежайына дейін экспресс-режимде автобус маршрут ұйымдастырылды.

5) Демалыс күндері Медеу орталығына Express бағыттары іске қосылды.

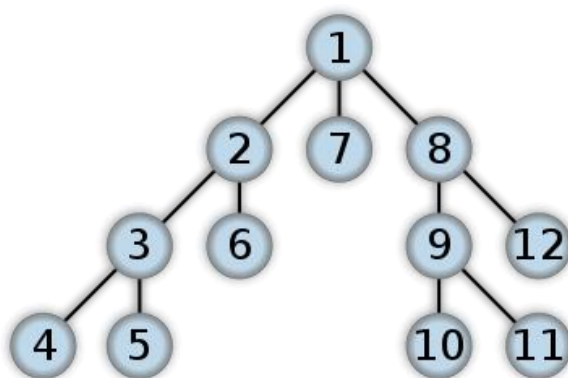
6) «Оңай» жүйесінің енгізілуі.

Жұмыстың мақсатына жету үшін келесі мәселелер шешіледі:

-жолаушылар көлігін тасымалдауды оңтайландыратын қолданыстарға, жұмыстарға аналитикалық шолу ;

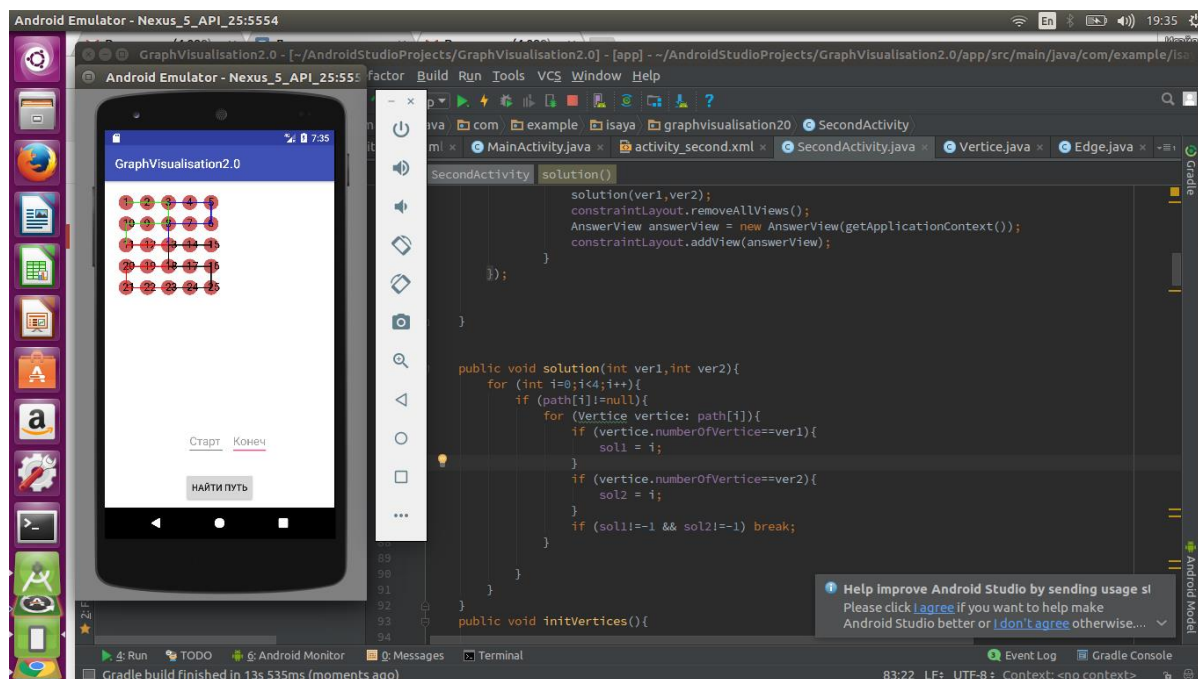
- көлік қозғалысын оңтайландыратын қолданыстағы әдістер мен алгоритмдер;
- жолаушылар көлігін тасымалдауды оңтайландыратын математикалық модель міндеттері;
- қалалық жолаушылар көлігін тасымалдау бағытында міндеттерді қалыптастыру үшін алгоритм және программа құру;
- жолаушылар көлігін тасымалдауды оңтайландыратын практикалық әдістері мен алгоритмдерін іске асыру.

Қалалық жолаушылар көлігін тасымалдау бағытында міндеттерді қалыптастыру үшін алгоритм құруға DFS алгоритмі негізінде программалық қамтама жасалды. Тереңдікке іздеу (ағыл. Depth-first search, DFS) – бұл графтың қарап шығу әдістерінің бірі (2-сурет).

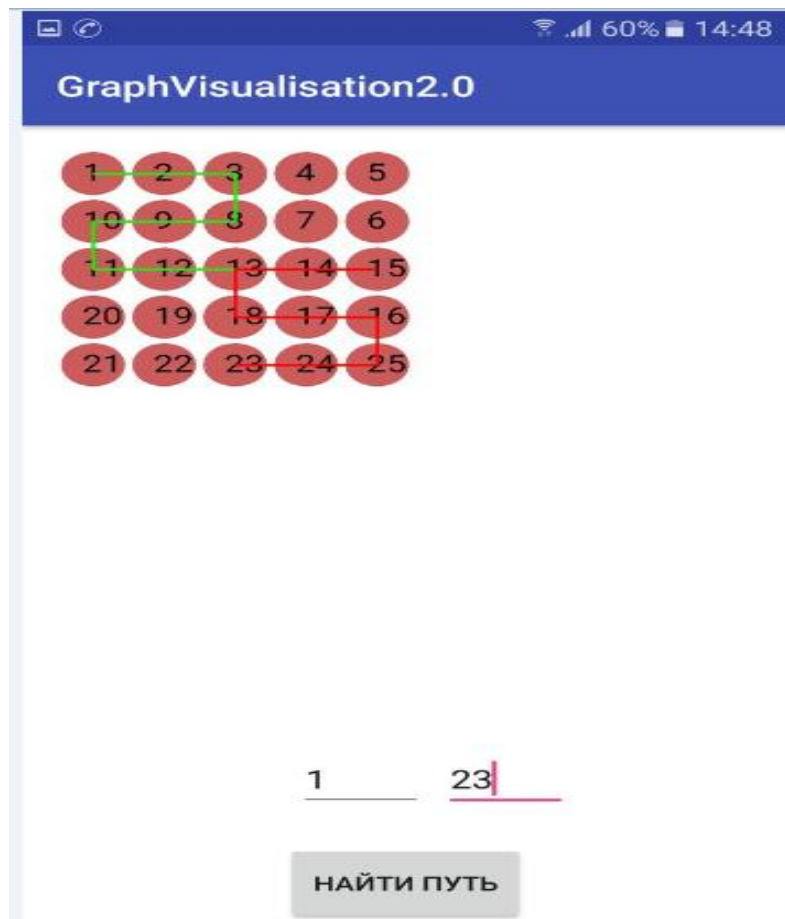


2-сурет. Тереңдікке іздеу алгоритмі (DFS)

Алматы қаласының қоғамдық көлігін тиімділеумен оңтайландыру мақсатында Java тілінде Программалық қамтама жасалынды 3,4-суреттерде көрсетілген. Онда мысалға қаланың басынан соңына жету үшін ең аз ауысымды көрсетеді және де адамдардың уақытын үнемдеп оңтайлы жолды тауып береді. Сонымен қатар басқа қосымшаларға қарағанда интернет желісін қолдануды қажет етпейді.



3-сурет. ПҚ-да алгоритмнің орындалу визуализациясы



4-сурет. Визуализацияны андроид қосымшасында іске асыру

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Есеркепова И. Стратегия развития устойчивого транспорта города Алматы // Жасыл Даму. -Р. 3
- [2] Казанбаев К. Программа развития города Алматы на 2011 – 2015 годы. -2010, -Р. 14-70
- [3] Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки. - М.: Транспорт, 1981. -222 с.
- [4] Султанмахмедов М.А. Ситуационное управление автотранспортной системой// Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).- 2010.- № 2.- С.95-99;
- [5] Хамитов А. Н. Решение задачи маршрутизации транспортных средств в системе электронных автоматов самообслуживания // Вестник КазНТУ. -2015.
- [6] Кочегурова Е.А., Мартынова Ю.А. Оптимизация составления маршрутов общественного транспорта при создании автоматизированной системы поддержки принятия решений // Известия ТПУ. - 2013. - №5 (том 323). - С. 7984.
- [7] Проект ГЭФ/ПРООН Устойчивый транспорт г. Алматы // www.unec.org
- [8] Исследование инвестиционной привлекательности Казахстана // www.ey.com/attractiveness. -2014
- [9] Данные Департамента статистики города Алматы // <http://rus.almaty.gorstat.kz/transport>

Егембердиева М.Ж.

Формирование и оптимизация маршрутов городского общественного транспорта г. Алматы

Резюме. Предусмотрено создание программных транспортных маршрутов, организационные и методические основы. Кроме того, сделан анализ научного метода работы.

Оптимальное состояние общественного транспорта в регионах Казахстана предполагает сокращение доли легкового транспорта в транспортных потоках и улучшение состояния воздушных бассейнов городов. Анализ решений по совершенствованию городского пассажирского транспорта выявил, что сегодня особенно актуально совершенствование логистической системы городских пассажирских перевозок с применением современных технологий.

Ключевые слова: система городского пассажирского транспорта, общественный транспорт, оптимизация общественного транспорта.

Yegemberdiyeva M.Z.

Formation and optimization of urban public transport routes in Almaty

Summary. The article in urban public transport routes will be more effective and methodical bases of optimization. At the same time, the scientific method of analysis has been developed. Developed with the development of urban public transport analysis using modern technology today is the implementation of the urban passenger traffic.

At the moment, avtobildendirw public transport for residents of the city in a convenient and affordable to require action. As part of the urban transport system of this type of transport, urban development, transport infrastructure, parking policy issues and pedestrian traffic and other issues, including the effective organization of its work requires a comprehensive approach to the problems of public transport services

Despite the fact that most of the research on control and regulation of public transport in major cities are several methods of scientific literature. Reduce the number of cars in the major cities of Kazakhstan to increase public passenger cars migration, and takes into account the possibility of more effective and efficient use of air space

Key words: urban passenger transport system, urban public transport, public transport optimization

УДК: 622.276.(574)

Ж.Ж. Ердосов

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, zhanseit-e@mail.ru)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПОЗДНИХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ**

Аннотация: Проведен обзор основных направлений и методов повышения нефтеотдачи и стимуляции добычи нефти. Указаны потенциальные возможности и основные критерии применения физико-химических методов интенсификации добычи нефти и газа. Технологическая эффективность методов интенсификации добычи нефти и методов повышения нефтеотдачи по данным гидродинамических исследований скважин и пластов. Понятия об основных геолого-физических параметрах нефтеносных пластов, определяющих их нефтеотдачу. Научные принципы и представления, являющиеся основой современных и эффективных методов увеличения нефтеотдачи и интенсификации притока нефти.

Ключевые слова: нефтеотдача, заводнение пластов, добыча, запас.

Эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов современными, промышленно освоенными методами разработки во всех нефтедобывающих странах на сегодняшний день считается неудовлетворительной, притом, что потребление нефтепродуктов во всем мире растет из года в год. Средняя конечная нефтеотдача пластов по различным странам и регионам составляет от 25 до 40%.

Например, в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии средняя нефтеотдача пластов составляет 24–27%, в Иране – 16–17%, в США, Канаде и Саудовской Аравии – 33–37%, в странах СНГ и России – до 40%, в зависимости от структуры запасов нефти и применяемых методов разработки.

Остаточные или неизвлекаемые промышленно освоенными методами разработки запасы нефти достигают в среднем 55–75% от первоначальных геологических запасов нефти в недрах.

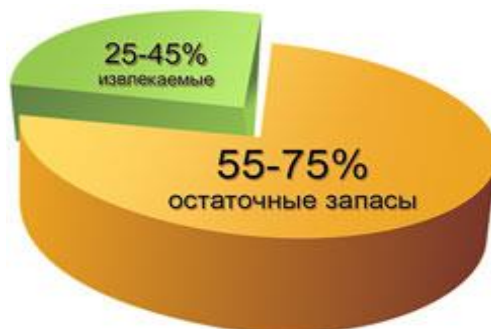


Рис. 1. Соотношение извлекаемых и остаточных запасов нефти

Поэтому актуальными являются задачи применения новых технологий нефтедобычи, позволяющих значительно увеличить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, на которых традиционными методами извлечь значительные остаточные запасы нефти уже невозможно.

Во всем мире с каждым годом возрастает интерес к методам повышения нефтеотдачи пластов, и развиваются исследования, направленные на поиск научно обоснованного подхода к выбору наиболее эффективных технологий разработки месторождений.

В целях повышения экономической эффективности разработки месторождений, снижения прямых капитальных вложений и максимально возможного использования реинвестиций весь срок разработки месторождения принято делить на три основных этапа.

На первом этапе для добычи нефти максимально возможно используется естественная энергия пласта (упругая энергия, энергия растворенного газа, энергия законтурных вод, газовой шапки, потенциальная энергия гравитационных сил).

На втором этапе реализуются методы поддержания пластового давления путем закачки воды или газа. Эти методы принято называть вторичными.

На третьем этапе для повышения эффективности разработки месторождений применяются методы увеличения нефтеотдачи (МУН).

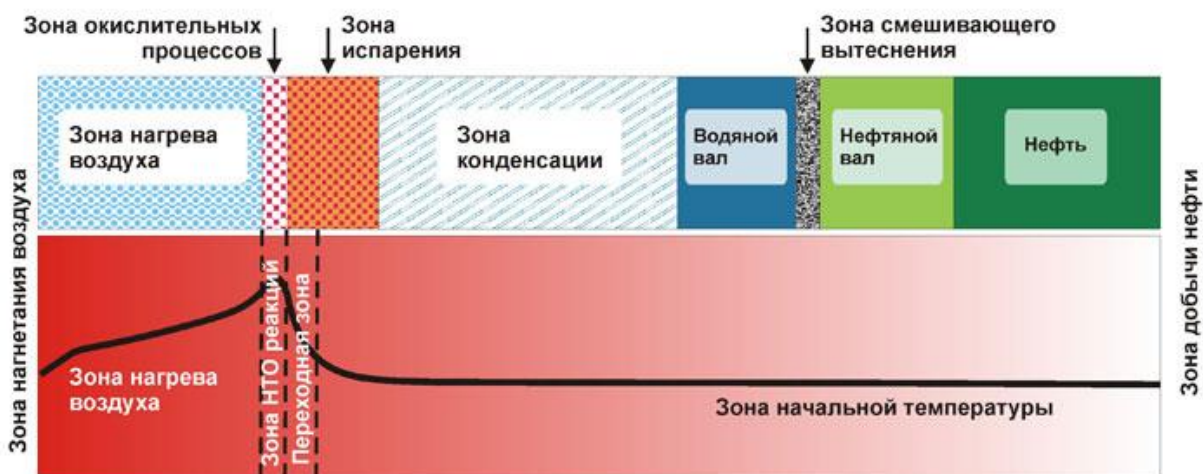
Распределение остаточной нефтенасыщенности пластов требует, чтобы методы увеличения нефтеотдачи эффективно воздействовали на нефть, рассеянную в заводненных или газозаводненных зонах пластов, на оставшиеся с высокой текущей нефтенасыщенностью слабопроницаемые слои и пропластки в монолитных заводненных пластах, а также на обособленные линзы и зоны пласта, не охваченные дренированием при существующей системе добычи. Представляется совершенно бесспорным, что при столь широком многообразии состояния остаточных запасов, а также при большом различии свойств нефти, воды, газа и проницаемости нефтенасыщенных зон пластов не может быть одного универсального метода увеличения нефтеотдачи.

Закачка воздуха в пласт. Метод основан на закачке воздуха в пласт и его трансформации в эффективные вытесняющие агенты за счет низкотемпературных внутрипластовых окислительных процессов. В результате низкотемпературного окисления непосредственно в пласте вырабатывается высокоэффективный газовый агент, содержащий азот углекислый газ и ШФЛУ (широкие фракции легких углеводородов).

К преимуществам метода можно отнести:

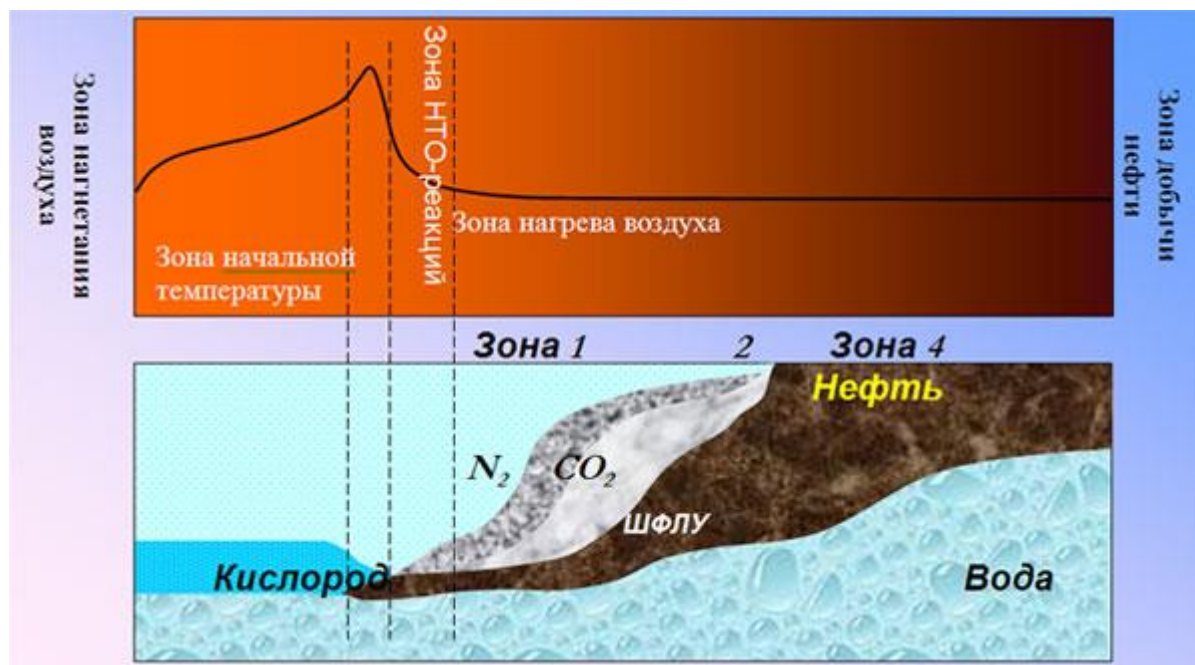
- использование недорогого агента–воздуха;
- использование природной энергетики пласта – повышенной пластовой температуры (свыше 60–70°C) для самопроизвольного инициирования внутрипластовых окислительных процессов и формирования высокоэффективного вытесняющего агента.

Быстрое инициирование активных внутрипластовых окислительных процессов является одним из важнейших следствий использования энергетики пласта для организации закачки воздуха на месторождениях легкой нефти. Интенсивность окислительных реакций довольно быстро возрастает с увеличением температуры.



Механизм вытеснения нефти при закачке воздуха в пласт

Тепловые МУН – это методы интенсификации притока нефти и повышения продуктивности эксплуатационных скважин, основанные на искусственном увеличении температуры в их стволе и призабойной зоне. Применяются тепловые МУН в основном при добыче высоковязких парафинистых и смолистых нефтей. Прогрев приводит к разжижению нефти, расплавлению парафина и смолистых веществ, осевших в процессе эксплуатации скважин на стенках, подъемных трубах и в призабойной зоне.



Механизм вытеснения нефти при тепловых МУН

Химические МУН применяются для дополнительного извлечения нефти из сильно истощенных, заводненных нефтеносных пластов с рассеянной, нерегулярной нефтенасыщенностью.

Объектами применения являются залежи с низкой вязкостью нефти (не более 10 мПа*с), низкой соленостью воды, продуктивные пласты представлены карбонатными коллекторами с низкой проницаемостью.

Вытеснение нефти водными растворами ПАВ. Заводнение водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ) направлено на снижение поверхностного натяжения на границе «нефть – вода», увеличение подвижности нефти и улучшение вытеснения ее водой. За счет улучшения смачиваемости породы водой она впитывается в поры, занятые нефтью, равномернее движется по пласту и лучше вытесняет нефть.

Вытеснение нефти растворами полимеров. Полимерное заводнение заключается в том, что в воде растворяется высокомолекулярный химический реагент – полимер (полиакриламид), обладающий способностью даже при малых концентрациях существенно повышать вязкость воды, снижать ее подвижность и за счет этого повышать охват пластов заводнением.

Основное и самое простое свойство полимеров заключается в загущении воды. Это приводит к такому же уменьшению соотношения вязкостей нефти и воды в пласте и сокращению условий прорыва воды, обусловленных различием вязкостей или неоднородностью пласта.

Кроме того, полимерные растворы, обладая повышенной вязкостью, лучше вытесняют не только нефть, но и связанную пластовую воду из пористой среды. Поэтому они вступают во взаимодействие со скелетом пористой среды, то есть породой и цементирующим веществом. Это вызывает адсорбцию молекул полимеров, которые выпадают из раствора на поверхность пористой среды и перекрывают каналы или ухудшают фильтрацию в них воды. Полимерный раствор предпочтительно поступает в высокопроницаемые слои, и за счет этих двух эффектов – повышения вязкости раствора и снижения проводимости среды – происходит существенное уменьшение динамической неоднородности потоков жидкости и, как следствие, повышение охвата пластов заводнением.

Вытеснение нефти щелочными растворами. Метод щелочного заводнения нефтяных пластов основан на взаимодействии щелочей с пластовыми нефтью и породой. При контакте щелочи с нефтью происходит ее взаимодействие с органическими кислотами, в результате чего образуются поверхностно-активные вещества, снижающие межфазное натяжение на границе раздела фаз «нефть – раствор щелочи» и увеличивающие смачиваемость породы водой. Применение растворов щелочей – один из самых эффективных способов уменьшения контактного угла смачивания породы водой, то есть гидрофилизации пористой среды, что приводит к повышению коэффициента вытеснения нефти водой.

Вытеснение нефти композициями химических реагентов (в том числе мицеллярные растворы). Мицеллярные растворы представляют собой прозрачные и полупрозрачные жидкости. Они в основном однородные и устойчивые к фазовому разделению, в то время как эмульсии нефти в воде или воды в нефти не являются прозрачными, разнородны по строению глобул и обладают фазовой неустойчивостью.

Механизм вытеснения нефти мицеллярными растворами определяется их физико-химическими свойствами. В силу того что межфазное натяжение между раствором и пластовыми жидкостями (нефтью и водой) очень низкое, раствор, устраняя действие капиллярных сил, вытесняет нефть и воду. При рассеянной остаточной нефтенасыщенности заводненной пористой среды перед фронтом вытеснения мицеллярным раствором разрозненные глобулы нефти сливаются в непрерывную фазу, накапливается вал нефти – зона повышенной нефтенасыщенности, а за ней – зона повышенной водонасыщенности.

Нефтяной вал вытесняет (собирает) только нефть, пропуская через себя воду. В зоне нефтяного вала скорость фильтрации нефти больше скорости фильтрации воды. Мицеллярный раствор, следующий за водяным валом, увлекает отставшую от нефтяного вала нефть и вытесняет воду с полнотой, зависящей от межфазного натяжения на контакте с водой. Такой механизм процессов фильтрации жидкости наблюдается во время вытеснения остаточной (неподвижной) нефти из заводненной однородной пористой среды.

Гидравлический разрыв пласта. При гидравлическом разрыве пласта (ГРП) происходит создание трещин в горных породах, прилегающих к скважине, за счет давления на забое скважины в результате закачки в породы вязкой жидкости. При ГРП в скважину закачивается вязкая жидкость с таким расходом, который обеспечивает создание на забое скважины давления, достаточного для образования трещин.

Трещины, образующиеся при ГРП, имеют вертикальную и горизонтальную ориентацию. Протяженность трещин достигает нескольких десятков метров, ширина – от нескольких миллиметров до сантиметров. После образования трещин в скважину закачивают смесь вязкой жидкости с твердыми частичками – для предотвращения смыкания трещин под действием горного давления. ГРП проводится в низкопроницаемых пластах, где отдельные зоны и пропластки не вовлекаются в активную разработку, что снижает нефтеотдачу объекта в целом. При проведении ГРП создаваемые трещины, пересекая слабодренлируемые зоны и пропластки, обеспечивают их выработку, нефть фильтруется из пласта в трещину гидроразрыва и по трещине к скважине, тем самым увеличивая нефтеотдачу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сургучев М.Л. «Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи».
- [2] Степанова Г.С. «Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты».
- [3] Сургучев М.Л., Желтов Ю.В., Симкин Э.М. «Физико-химические микропроцессы в нефтегазоносных пластах».
- [4] Климов А.А. «Методы повышения нефтеотдачи пластов».
- [5] Амелин И.Д., Сургучев М.Л., Давыдов А.В. «Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии»

Ердосов Ж.Ж.

Күрделі алынатын мұнай қорларын қабаттың сулануымен кеш даму сатысындағы мұнайбергіштікті арттыру.

Түйіндеме. Бұл мақалада қабаттардың мұнай беруін арттыру және мұнай өндіруді ынталандырудың негізгі үрдістері мен әдістеріне жалпы шолу беріледі. Мұнай бергіштікті арттыру әдістері. Мұнай және газды физика-химиялық әдістерді пайдалана отырып өндіру. Мақалада жетілдірілген мүмкіндіктер мен мұнай және газды физикалық-химиялық әдістермен қолдану үшін негізгі критерийлер көрсетілген. Ұңғымалар мен су қоймаларының гидродинамикалық зерттеулеріне сәйкес мұнай өндіру қарқынын және мұнай беруін арттыру әдістерінің

тиімділігі. Су қоймаларының негізгі геолого-физикалық параметрлерінің тұжырымдамасы, олардың мұнай-бергіштігін анықтау. Мұнай ағыны мен мұнайбергіштікті арттырудың тиімді әдістері.

Негізгі сөздер: мұнайбергіштік, қабат сулануы, мұнай өндіру, мұнай қоры.

Zh.Zh.Yerdossov

Increasing the efficiency of oil recovery of hard-to-recover reserves in the flooding of seams at a late stage of development.

Summary. This article reviews the main direction and methods for increasing oil recovery and stimulating oil production. Methods of increasing oil recovery. Physicochemical methods of intensification of oil and gas production. The article indicates the potential possibilities and the main criteria for the applicability of physicochemical methods of intensifying oil and gas production. Technological efficiency of methods of intensification of oil production and methods of increasing oil recovery from hydrodynamic studies of wells and seams. Concepts of the basic geological and physical parameters of oil-bearing reservoirs that determine their oil recovery. Scientific principles and representations, which are the basis of modern and effective methods for increasing oil recovery and intensifying the flow of oil.

Key words: oil recovery, water flooding, production, stock.

А.А. Советтурсынова, А.Е. Асылбек

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, sovettursynova@mail.ru)

MVC ПАТТЕРНІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ WEB ҚОСЫМШАСЫН ҚҰРУ

Аңдатпа. MVC паттерн мүмкіншіліктері қарастырылған. MVC паттерн мүмкіншіліктерін пайдаланып, жоғалған және табылған заттар бюро қосымшасын құру. MVC мүлтіксіз орындалуы жоқ болғандықтан, ол әр түрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін. Бизнес-логиканың қай жерде орналасуы туралы жалпы анықтамасы жоқ. Ол контроллер немесе модельде де орналаса алады. Соңғы жағдайда, модель деректер мен функцияларымен сонымен қатар барлық бизнес объектілерді қамтиды.

Түйінді сөздер: MVC паттерн, Html5 ерекшеліктері, CSS ережелер, Web дизайн.

Кіріспе

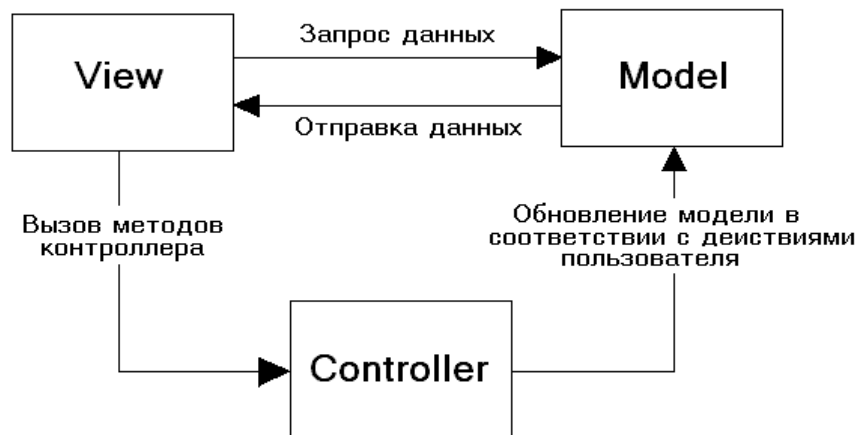
MVC үлгісі web қосымшаның құрылымдарын жасаудың қарапайым тәсілін сипаттайды, оның мақсаты пайдаланушы интерфейсін бизнес логикадан бөлу. Нәтижесінде, web қосымша оңай масштабталады, сынақталады және қолдануы іске асырылады.

Бұл модельде бизнес-логиканың деректері мен ережелері көрсетілген, view құрамдас бөлігі қолданушының интерфейсіне жауап береді, ал controller бөлімі model және view бөліктерінің арасындағы байланысты қамтамасыз ете алатын мүмкіндігін пайдаланамыз.

Күн сайын біз бір нәрсе жоғалтамыз және біреу, тиісінше, табады. Біріншісі – болған шығын үшін қапаланады, ал екіншісі – тапқан затты қайтарғысы келеді, бірақ қайда хабарлау керек екенін білмейді. Тапқан және жоғалтқан адам өтініш беру үшін уақытын үнемдеп бюроға бармай, тапқан затын суретке түсіріп, оны веб қосымша арқылы жүктеп, хабарландыру бере алады.

Web қосымшасын жобалау үшін қолданылатын құралдар

MVC шаблонның концептуалды сызбасын қарастырайық (1-сурет).



1-сурет. MVC шаблонның концептуалды моделі.

Model – мобильді қосымшаның бизнес-логикасын және таңдау, өңдеу модельдерін қамтиды, және белгілі бір деректермен қамтамасыз етеді. Модель қолданушымен тікелей байланыс жасамауы қажет. Қолданушының сұранысына байланысты барлық айнымалылар контроллерда өңделу керек.

View - контроллер және модельден алынған сыртқы дисплей, деректерді көрсету үшін пайдаланылады.

Мәліметтер қорымен тікелей байланыспауы қажет. Бұл жұмысты модель орындайды.

Controller - жұмыс өтінімде модельдерді, түрлерін және басқа да компоненттерді қосатын көпір. Контроллер пайдаланушы сұрауларын өңдеу үшін жауапты болып табылады. Контроллерде SQL-сұраулары болмау керек. Оларды модельде сақтаған дұрыс. Контроллер HTML немесе басқа белгілеу тілін қолданбау керек.[1]

MVC-қосымшаның типті тізбектелген жұмысын келесі түрде сипаттауға болады[2]:

1. Пайдаланушы веб парақшаға кіргенде инициализация скрипті бағдарламаның данасын жасайды және оны жұмыс істеуге іске қосады. Сонымен қоса, сайттың басты парақшасы көрсетіледі.
2. Қосымша пайдаланушыдан сұраныс алады және сұраныстарды контроллер мен іс-шараларға тасымалдайды. Басты парақша кезінде іс-шаралар үнсіздік күйде орындалады(index).
3. Қосымша контроллердің данасын жасап, моделді шақыру және дерекқордан ақпараттарды оқу және тағы да басқа іс-шаралардың тәсілін іске қосады.
4. Бұдан кейін іс-шара моделден алынған деректермен ұсынысты құрастырады және нәтижесін пайдаланушыға шығарады.

Веб-торабында HTML 4.01 мен XHTML 1.1 стандарттары ұзақ уақыт аралығында қолданылған, және де веб-парақшалар іс-жүзінде әртүрлі жетілдірумен, яғни программалық өнімдердің жетілдірілуін, мысалы веб-браузерлер, сонымен қатар жиі қолданылатын тәсілдердің пайда болуын қоса алғанда ұсынылатын ерекшеліктер қоспасын қолданып жасалған[3].HTML мен XHTML синтаксистік нормаларын сәйкестендіре алатын, бірегей белгі тілі ретінде HTML5 құрылған. Ол құжаттардың белгісін кеңейтеді, жақсартады және ұтымды етеді, және де күрделі веб-қосымшалар үшін біртұтас API қосады [1].

HTML5-те көптеген жаңа синтаксистік ерекшеліктер іске асырылған. Мысалы, <video>, <audio> және <canvas> элементтері, сонымен қатар SVG мен математикалық формулаларды қолдану мүмкіндіктері де бар. Бұл жаңалықтар бөтен API –ді пайдалану қажеттілігінсіз, желідегі мультимедиялық және графикалық объектілерді басқару мен құруды жеңілдету үшін жасалған. Басқа да <section>, <article>, <header> және <nav> сияқты жаңа элементтер құжаттың (парақша) семантикалық мазмұнын молайту үшін жасалған. Элементтер мен атрибуттар қатары алынып тасталғанмен, жаңа атрибуттар осы мақсатпен енгізілген болатын. Кейбір элементтер, мысалы <a>, <menu> және <cite>, өзгертілген, қайта анықталған және стандартталған болатын. HTML5-тің жетілдірудің іргетасы бөлігі ретінде API және DOM болып саналады[3]. HTML5 кейбір қателіктерді өңдеудің ерекшеліктерін анықтайды, сондықтан синтаксистік қателіктер барлық үйлесімді браузерлермен бірдей қаралуы тиіс.

CSS ережелері селекторлар арқылы белгіленіп HTML кодына енгізіледі. Яғни, HTML тегі осы ережелер арқылы қандайда бір қасиетке ие болады. Сол арқылы парақша беттеріндегі әр элемент керекті орнына жайғасады.

CSS селекторлары бірнеше түрге бөлінеді, олардың санының нақты қанша екенін айтып қажетіде жоқ. Өйткені CSS әр жаңа нұсқасымен бірге жаңа түрлері пайда бола береді, сондықтан мен тек қазіргі қолданыста жүргендерін және көп қолданылатын түрлерін ғана айтып өтпекпін[4].

Егер HTMLді үйдің кірпіштерден тұратын қаңқасына теңесек, онда CSS ті сол кірпіштерді үйлесімді түрде қалап, оларды біріктіріп тұрған цемент қоспасына теңеуге болады. Екеуінің бірі болмаса сайт та болмайды.

Сонымен, CSS деген не және CSS деген HTML мен қалай байланысады.

CSS дегеніміз ағылшынша Cascading Style Sheets , яғни қазақша стилдік каскад таблицалары деп аталады[1].

CSS- сайт рәсімдеуде қолданылатын негізгі тәсіл.

HTML ді кірпішпен қаланып, төрт қабырғасы тұрғызылып және төбесі жабылған үйге ұқсатуға болады. Ал сол үйдің ішін сырлап, еденін төсеп, мебельдерін қойып дегендей т.б. әрекеттер жасайтын осы CSS.

Веб дизайн - сайт жасаудың маңызды бөлшегі.

Сурет графикасы әдемі, сапалы жасалуы бағалана бастады. Осылар мен бірге web дизайн дами түсті. Web дизайн түсінігіне сайттың шаблонын жасау және оны графикалық көркемдеу жатады. Қазіргі таңда web дизайн өзіне бірнеше мақсат қояды: қолданушыда объект бейнесін оң қабылдату, сайт құрылымының қарапайымдылығы мен анықтылығы, қолданушы интерфейсінің оңай түсінігі, навигациялық жүйенің ыңғайлылығы және т.б. Осы мақсаттарға жету үшін сайтты құрастырушы компьютерлік графикамен жұмыс жасайтын программа-құралдарының кең таңдауын, html- және java кодтарын қолданады. Бұл оның әлі де даму үстінде екенін көрсетеді[2]. Web дизайн білім мен өнердің қосылысы. Оның негізгі аспектілеріне бес облыс кіреді. Мазмұны. Мұнда сайт мазмұнының қалыбы мен ұйымдастыруы кіреді. Мүмкін болар диапазон-мәтіннің қалай жазылғанынан HTML гипер мәтіндік технология көмегімен қалай ұйымдастырылғаны, берілгені және құрылғанына дейін. Көрінетін бейнелері. Бұл сайттағы экран кеңістігінің құрылуына қатысты.

Құрылу әдетте **HTML**, **CSS** немесе **Flash** көмегімен жүреді және көркемдік не навигация қызметін атқаратын графикалық элементтерден тұрады. Сайттың көрінетін бейнелері- web дизайнның негізгі аспектісі, бірақ ең маңыздысы емес[3].

Веб дизайнға қойылатын талаптар.

Веб дизайн – сайты дайындаудың алғашқы этапы. Ол көбіне **Adobe Photoshop** немесе **Macromedia Flash MX** бағдарламасында орындалады, web дизайнның кейбір элементтері **Corel Draw** немесе **Adobe Illustrator** векторлы графика, **3Dmax**, **Maya**, **LightWare** үш өлшемді моделдеу бағдарламаларынан импортталынады[2]. Бірақ web дизайн тек сайттың көркемдік жағы емес, оның қолданушыға ыңғайлы болуы – тұрақты қолданылатын элементтердің айқын ерекшеленуі, мәзірдің түсінікті болуы жатады. Сондықтан сайттың дизайны бірнеше талаптарға жауап беруі керек:

Web дизайн компанияның имиджін ерекшелеп көрсететін стильді болу керек.

Web дизайн компанияның фирмалық стилі мен үндесуі керек.

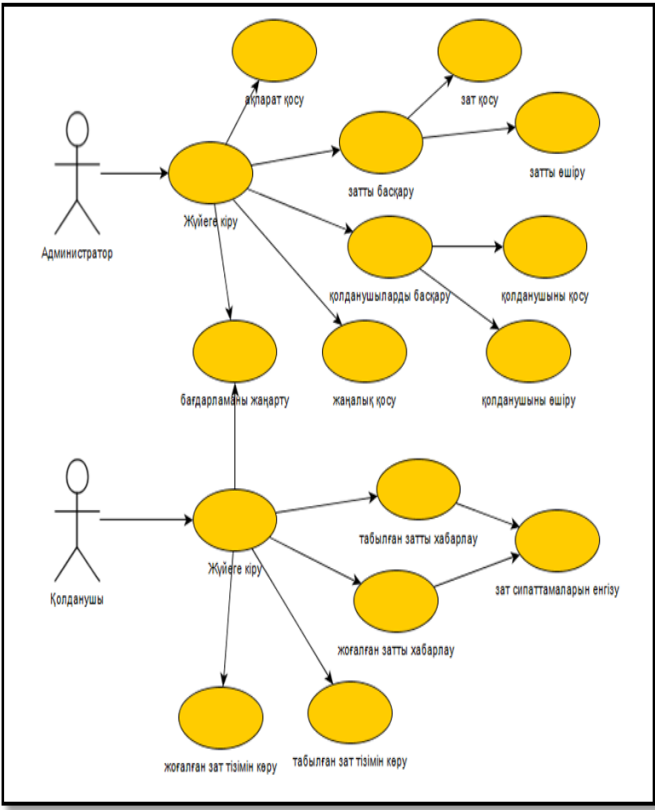
Web дизайн сайта жарнамаланатын тауар, қызмет көрсету және ақпаратқа сәйке болу қажет.

Web дизайн «жеңіл», яғни сайт беттері ұзақ жүктелмеу керек.

Веб дизайнда **анимация** жиі қолданылады. Анимацияланған суретті құрған кезде оның «салмағын» ескерген жөн. Олар ұзақ жүктеліп, қолданушының сіздің сайтыңыз бен жұмысын қиындатады. **Web дизайн** – бұл сайт жобасының бір бөлігі ғана. Жалпы сайтқа техникалық тапсырма қойылады. Онда web дизайнға негізгі талаптар, беттегі басты элементтердің орналасу схемасы құрылады. Осыдан кейін техникалық тапсырма дизайнерге беріледі, онымен бірігіп дизайн концепциясы жасалынып бекітіледі. Бұл негізгі беттің дизайны, ол барлық сайтқа бірдей стиль береді.

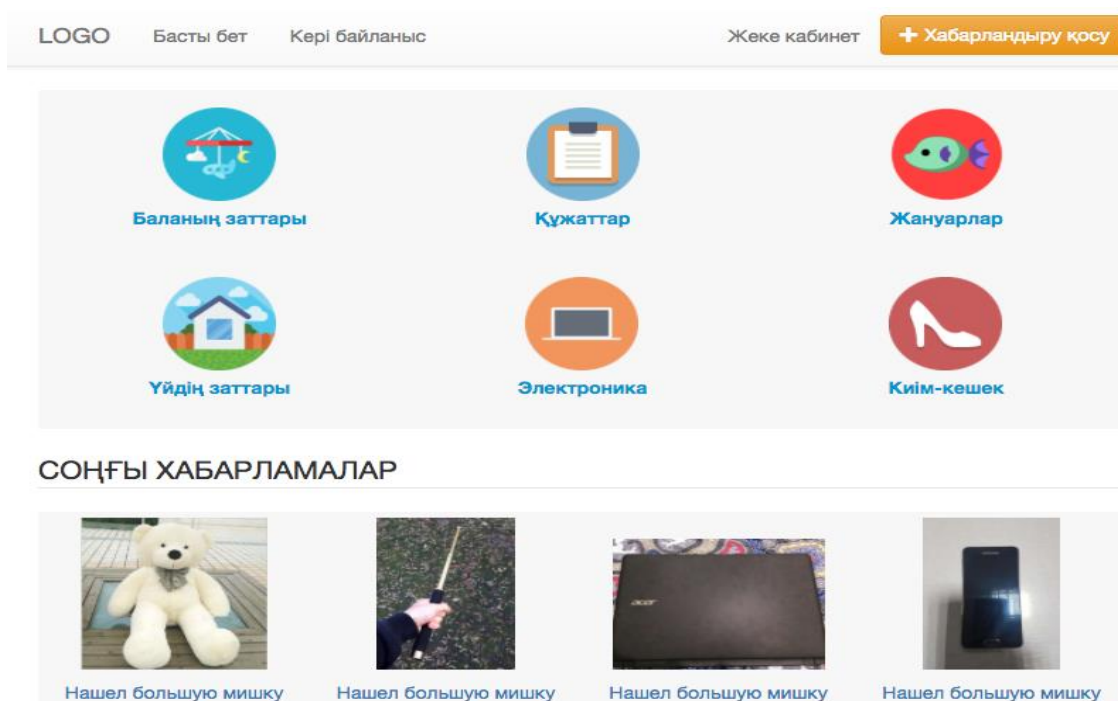
UML диаграммасы – элементтері жиынтығының графикалық көрінісі болып табылады, жиі түйіндерінің (тұлғалар) және жиектер (қарым-қатынастармен) бар қосылған диаграмма ретінде бейнеленген.

2-суретте қолданушы мен администратор арасында орындалатын әрекеттер тізбегі көрсетілген.

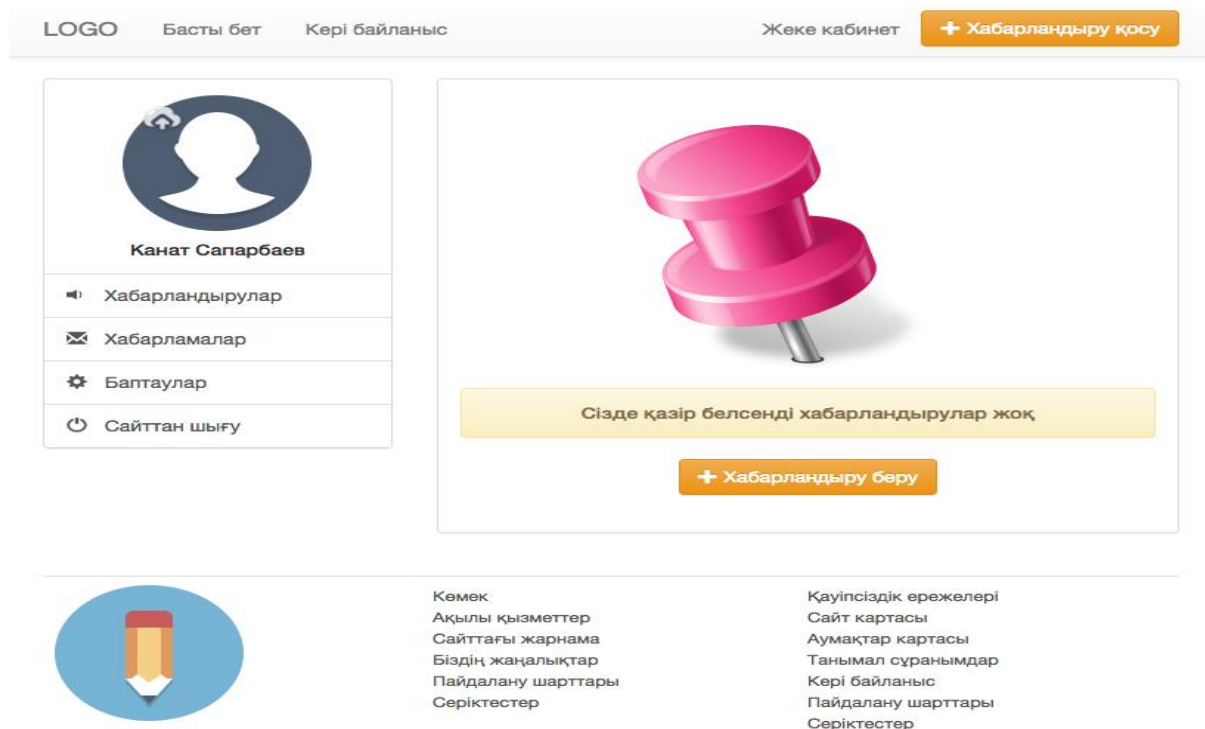


2-сурет. Прецеденттер диаграммасы

Нәтижесінде құрылған Web қосымша



3-сурет. Құрылған веб-қосымшаның интерфейсі



4-сурет. Веб-қосымшаға тіркелетін қолданушының жеке кабинеті

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулер нәтижесі бойынша аталған бағдарлама адамның уақытын үнемдеп, жедел түрде жергілікті ғаламтор арқылы қосымшаға тіркеліп, жоғалған немесе табылған заты туралы хабарлау мүмкін болады. Қазіргі таңда MVC паттерн арқылы қосымшаларды құру ыңғайлы болғандықтан, бағдарламашылар арасында көп танымал болуда.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Мұхамбетжанова С. Т. Компьютерлік дизайн. – Алматы, 2007
- [2] Смирнова И. Е., Web-дизайн бастамасы. – Санкт-Петербург, 2003
- [3] Гончаров А. Самоучитель HTML. – Москва, 2002
- [4] Информатика негіздері журналы, № 5-6 2006 жыл. – Алматы.

Советтурсынова А.А., Асылбек А.Е.

Разработка WEB приложения с применением паттерна MVC

Резюме. Рассмотрены возможности паттерна MVC. Используя возможности паттерна MVC разработать приложение бюро находок. Так как нет строгого исполнения MVC, оно может быть осуществлено различными способами. Нет общего определения где находится бизнес-логика. Оно может размещаться в контроллере или в модели. В последнем случае, включает в себя модель данных и функции модели, а так же все бизнес объекты.

Ключевые слова: MVC паттерн, особенности Html5, правила CSS, Web дизайн.

Sovettursynova A.A., Asylbek A.E.

Development of WEB application using the MVC pattern

Summary. The capabilities of the MVC pattern are considered. Using the capabilities of the MVC pattern to develop a lost property application. Since there is no strict use of MVC, it can be implemented in various ways. There is no general definition of where the business logic is. It can be located in the controller or in the model. In the latter case, it includes a data model and model functions, as well as all business objects.

Keywords: MVC pattern, Html5 features, CSS rules, Web design.

А.Т. Бисаринова¹, Т.Омарбекұлы², А.Қ. Мамырова¹
 (¹Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
²Қазақ ұлттық аграрлық университеті,
 Алматы, Қазақстан Республикасы, aigulbis@mail.ru)

АТМОСФЕРАҒА ЗИЯН ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІНІҢ КЕЗЕҢДЕРІ

Андатпа. Аталмыш жұмыста атмосфераға зиян заттардың шығындыларының таралуының имитациялық модельдеуін құрудың кезеңдері сипатталынған. Зерттеу мақсатына сәйкес аталмыш жұмыс ақпаратты жинау және атмосфераның ластануының нәтижелерін жинау барысында алынған ақпаратты өңдеу процессін сипаттау, сонымен қатар олардың негізінде имитациялық модель құру мәселесі қарастырылады. Аталмыш модель мегаполистің атмосфераға шығарылатын зиян заттардың уақыттық-кеңістіктік үлестірілуін зерттеуде қолданылады, сонымен қатар Алматы қаласының экологиялық жағдайының мониторинг жүйесінің негізгі звеносы ретінде қарастырылып отыр.

Түйін сөздер: Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ), геоақпараттық технологиялар (ГАТ), имитациялық модель, объекті-бағытталған әдіс, динамикалық модель, мониторинг, мегаполис, экологиялық жағдай, сандық карталар.

Модель дегеніміз модельдеу мақсатына байланысты зерттеліп отырған объектінің маңызды жақтарын сипаттайтын, нақты процесс немесе құбылыс туралы қысқартылған түсініктеме беретін, жасанды құрылған объект. Модельдеу дегеніміз - объектілерді, процесстерді немесе құбылыстарды оқып-үйренуге және зерттеуге арналған модельдерді құру. Зерттеу мақсатына сәйкес аталмыш жұмыс ақпаратты жинау және атмосфераның ластануының нәтижелерін жинау барысында алынған ақпаратты өңдеу процессін сипаттау, сонымен қатар олардың негізінде имитациялық модель құру мәселесі қарастырылады.



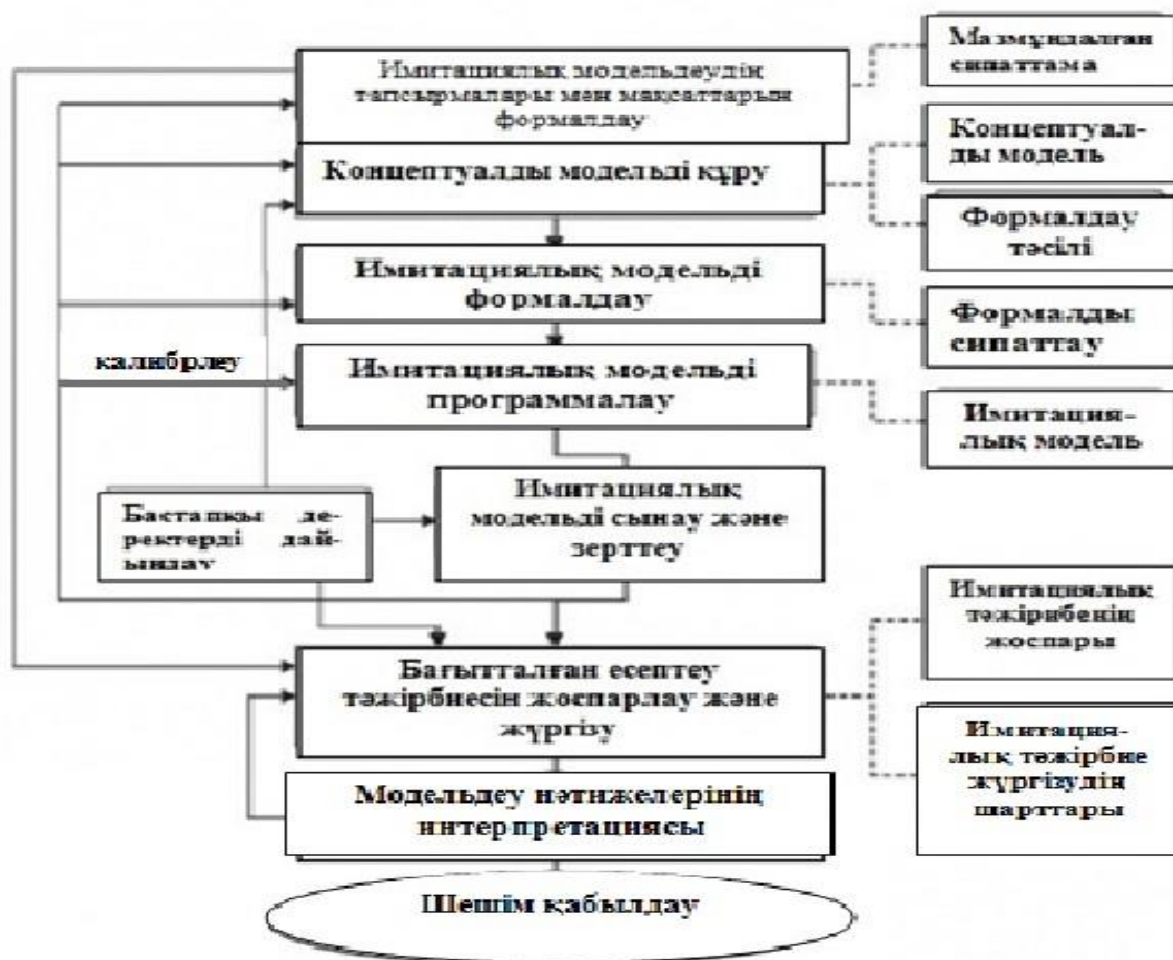
1-сурет. Мониторингтің кешенді сұлбасы

Имитациялық модельдеу модельдердің түрлеріне тәуелсіз негізгі кезеңдерден тұрады. Кезеңдер 1-суретте көрсетілген және ол күрделі итеративті процесс болып табылады.

1. Тапсырманы формалдау және имитациялық зерттеудің мақсатын анықтау. Мегаполистің қоршаған ортасын зерттеу модельдеудің объектісі болып табылады. Жұмыстың мақсаты атмосфералық ластану нәтижелерін жинауды жүргізуде, ақпаратты жинау және өңдеу процесстерін формальді түрде сипаттау және солардың негізінде имитациялық модель құру. Имитациялық моделдің функционалдық алгоритмі негізінде, ақпаратты жинауды ГАЗ-де көрсету.

2. Концептуалды сипаттаманы құру. Аталмыш кезеңде жүйелік аналитиктің қызметінің нәтижесі болып концептуалды модель және берілген модельдеу объектісін формалдаудың тәсілін таңдау болып табылады. Мегаполистің ауа бассейнінің ластануының мониторингін жасау - формалдаудың тәсілі болып табылады.

3. Имитациялық модельді формалдау.



2-сурет. Имитациялық модельдеудің технологиялық кезеңдері

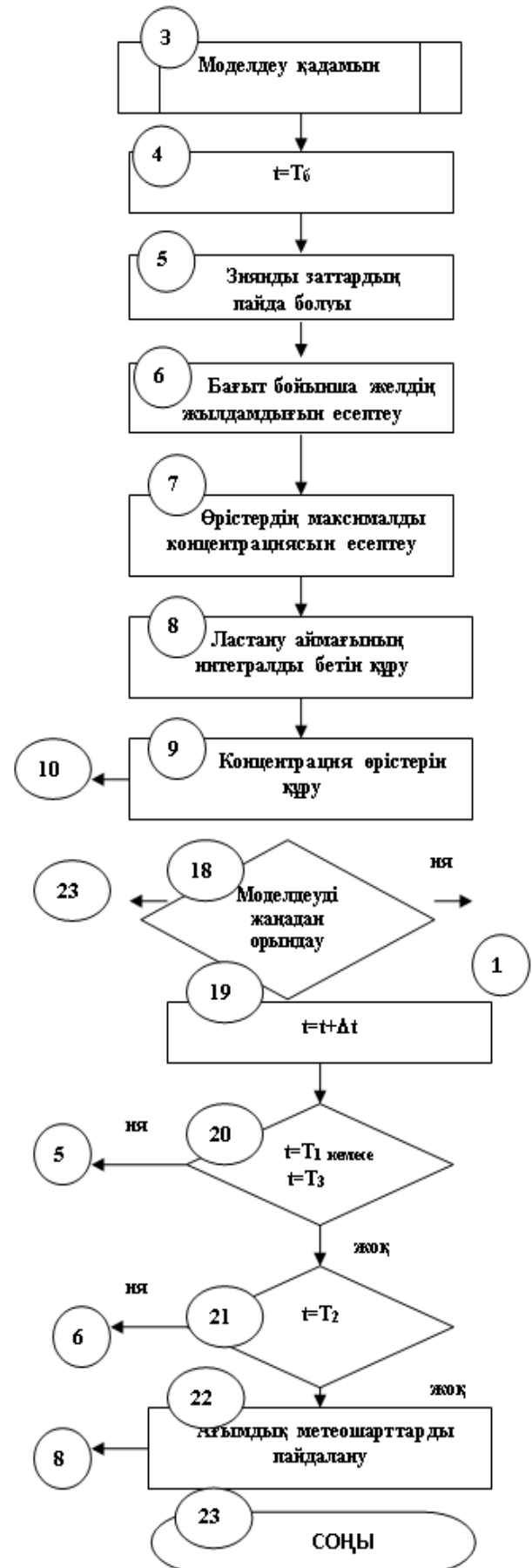
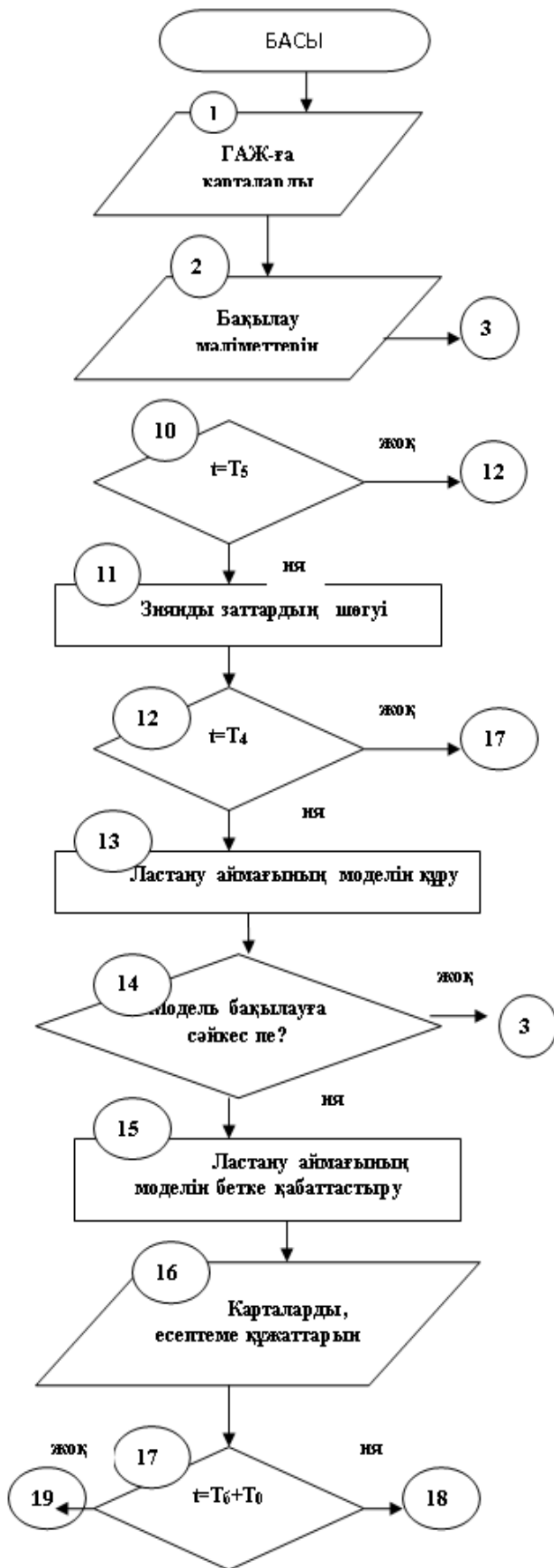
4. Имитациялық модельді программалау. Модельдеудің, алгоритмдеудің, программалаудың және имитациялық модельді жүзеге асыратын құралдар таңдалынады. Жүйені құрудың кезеңдері деректерді сақтаудың моделін құру, жүйе-көздерімен деректерді алмастырудың форматы мен құрылымын сәйкестендіру, деректерді жүктеу процесстері деректерді тұрақты сақтау аумағына жобаланады, типтік есептемелер жобаланады, қолданушыға қолжетімділікті ұйымдастырудың кестесі құрылады, белсенді желілік құралдарды кірістіру, құралды-техникалық бөлігінің орнықтыру орындалады.

5. Модельді сынау және зерттеу, модельді тексеру. Модельді верификациялау, пара-парлыққа баға беру, имитациялық модельдің қасиеттерін зерттеу жұмыстары жүргізіледі және модельді кешенді түрде тестілеудің басқада процедуралары орындалады.

6. Имитациялық тәжірибені жобалау және жүргізу. Имитациялық тәжірибенің стратегиялық және тактикалық жобалауы жүзеге асырылады. Нәтижесі болып тәжірибенің құрылған және іске асырылған жоспары, таңдап алынған жоспарға имитациялық орындаулардың шарттары берілген.

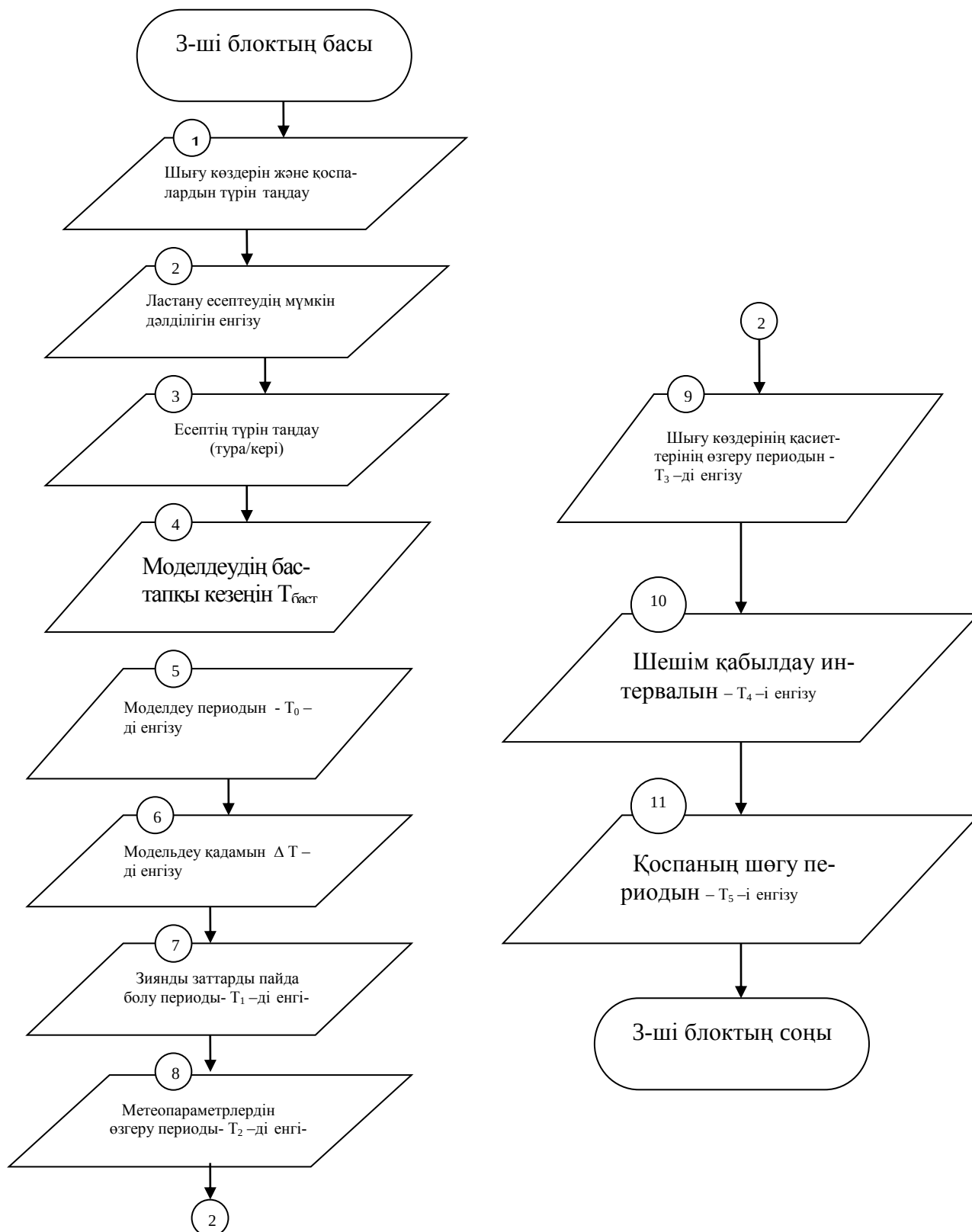
7. Модельдеудің нәтижесін сараптау.

Имитациялық моделдің (ИМ) құрылымы ГАЖ негізінде, күрделі жүйелерді құрудың объекті-бағыттылған принципі пайдалану арқылы жасалынды. Жер бетіндегі концентрацияны есептеудің алгоритмнің блок-схемасы 3-ші суретте көрсетілген [1].



3-сурет. Жер бетіндегі концентрацияны есептеудің блок-схемасы

«Бақылау мәліметтерін енгізу» блогы өндірістің техника-экономикалық көрсеткіштерін (ТЭК), шекті рұқсат етілген концентрациясын (ШРЕК), метеомәліметтерді, концентрацияның өлшенілген мәндерін енгізуді қарастырады. «Картаның есеп беретін құжаттарын шығару» блогы қоспалық концентрация өрісін сипаттауды, ШРЕК асып кететін телімдерді, төтенше асып кетушілік аймақтарын анықтау, шығу көздерін анықтау, шығу көздерінің қауіпсіз жұмыс істеу режимін, санитарлық-қорғаныс аймақтардың есептеу шектерін анықтау.



4-сурет. «Моделдеу қадамын құру» 3-ші блогының құрылымы

Қадамды қарастырғанда келесідей уақыттық сипаттамалар бекітіледі: Бастапқы уақыт мезеті : $T_{\text{баст}}$; Моделдеу периоды : $T_0 = \Delta T_k^n$; Моделдеу қадамы (координаталы уақыт аралығы): $\Delta T = \Delta T_k$; Шығу көзінің интенсивтілігі I : T_1 аралықтағы зиян заттарды шығарудың бөлігі; i -ші сыртқы әсердің өзгеру жиілігі T_{12} ; Шығу көзінің j -ші параметрінің өзгеру жиілігі: $T_{j3} > T_1$; Шешім қабылдау жиілігі: T_4 ; Қоспаның шөгу жиілігі: T_5 аралықтағы қоспаның бөлігі. Барлық уақыт мезеттері $T_{\text{баст}}$ қатысты беріледі және $(T_{\text{баст}}, T_{\text{баст}} + T_0)$ аралығында орналасқан. Сонымен қатар, барлық уақыт мезеттері ΔT -дан үлкен немесе оған тең.

Алтыдан тоғызға дейінгі блоктар бағыт бойынша желдің жылдамдығын есептеуіне, ең үлкен концентрация мөлшері бар өрісті есептеуге, интегралды бетті және ластану аймағын, сонымен қатар концентрация өрісін құруға сәйкес келеді. Ал 13 және 15 блоктары қоспаны есептеудің әдістемесін жүзеге асырудың негізгі кезеңдеріне сәйкес келеді, яғни ластану аймағының моделдерін құру, ластану аймағының моделін бетке қабаттастыру.

«Ластану аймағының моделін бетке қабаттастыру» блогында мәліметтердің географиялық талдау қызметі пайдаланылады: қабаттасқан аудандарды (полигондарды) анықтау; полигондарды геометриялық бірігуін құру; қиылысу сызығын анықтау; буферлік аймақ құру; сызықтық объектіні жанама нүктелері бойынша іздеу; кеңістіктік объектілер аймағына жақын қашықтықты табу, объект аймағына дейінгі қашықтықты есептеу; белгілі бір ауданға жататын объектілерді іздеу; белгілі бір ауданды қамтитын полигонының орталығы анықтау.

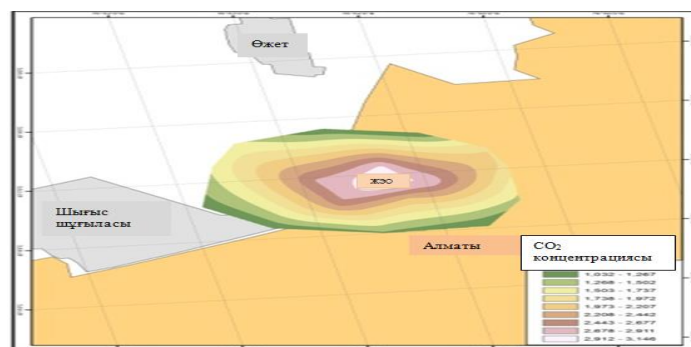
«Шөгу» блогында ауаның тығыздығы, заттың тығыздығы, зат бөлігінің өлшемі, қоспалардың жауынмен шаймалау коэффициенті және басқа да параметрлер ескеріледі.

14-ші блокта ластану моделінің нақты бақылауға пара-парлығын тексеру орындалады. Алдын ала моделді қалыпқа келтіру үшін бірнеше бақылау (қарапайым) есептеулері келтіріледі. Оның нәтижесінде моделдің логикалық тұрғыдан дұрыстығын және қарама-қайшылықтың орын алмайтындығы туралы айтуға болады. ГАЖ мәліметтер моделдеріне сәйкес графикалық мәліметтер арнайы индекстелген файлдарда сақталынады. Ол файлдар тез көрсетілуі және қол жетімді болуға оңтайландырылған. Ал атрибутивті мәліметтер кестелерде сақталынады, сонымен қатар, кестелердегі жазбалардың саны файлдардағы графикалық объектілердің санына тең. Осы екі мәліметтер түрлерінің арасындағы байланыс ортақ идентификатор өрісі көмегімен орындалады.

3,4-суреттердегі ақпараттарды талдау имитациялық моделде іске асырылған ластану туралы мәліметтерді көрсетудің келтірілген әдісі атмосфераның беткі қабатының ластануының картасын нақты бақылау нәтижелеріне жуығырақ етіп құруға мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұл зиянды заттардың пайда болуы, орын ауыстыруы және қоспаның шөгуі сияқты үдерістердің динамикасының нақты көрінісі ретінде түсіндіріледі [2].

Алматы қаласының атмосферасының ластануы туралы мәліметтерді пайдалану арқылы құрылған моделдер мен әдістердің сынағы, жалпы алғанда ұсынылып отырған жұмыстың дұрыс бағытта істелініп отырғанын көрсетеді [3-8].

Имитациялық моделді құруды объекті-бағытталған тұрғыдан қарастыру, типтік моделдер мен модулдердің кітапханасын құруға және пайдалануға мүмкіндік береді. Олар жобалаудың көлемін және күрделігін азайтуға, сонымен қатар имитациялық моделді ашық жүйеге айналдыруға мүмкіндік туғызады.



5-сурет. ArcGIS for Desktop (10.3-ші нұсқасы) ортасында орындалған, зиян заттардың таралуының имитациялық моделіне сынақ жүргізу.

Қорытынды. Мегаполистің экологиялық жағдайының мониторингінің (МЭЖМ) ГАЖ-ң имитациялық моделінің негізгі мүмкіндіктері келесідей: берілген географиялық объектілер бойынша (СҚА, тұрғын аумағы, есептеу нүктелерінің тобы және т.б.), берілген шығу көзіне (көздеріне) кез келген периодта, ластанудың таралуын моделдеу; күрделі сұрауларды сұхбат ретінде қалыптастыру және атрибутивті дерекқордан тандауды қалыптастырады; жинақталған ақпараттан дисплей экранында картографиялық суретке сұраныс жасау арқылы мәліметтер іздеу; жоғарыда атап кеткен әрекеттердің нәтижелерін тақырыптық карталар, кестелер мен графиктер түрінде көрсету; параметр мәнінің (мысалы, ластану затының концентрациясы) берілген түсті шкалалы диапазондарға сәйкес, картада объектілерді түспен белгілеу арқылы аудандарға бөлу және басқалар.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Лоу А., Кельтон Д. Имитационное моделирование / Пер. с англ. 3-е изд. – СПб: BHV, 2004. – 848 с.
- [2] Шукаев Д.Н. Компьютерлік моделдеу. Оқулық – Алматы: ҚазҰТУ, 2004, 136 бет
- [3] A.Bissarinova, A.Mamyrova, B. Tussupova, L. Balgabayeva, and O. Mamyrbayev. Simulation modeling of the spread of harmful emissions into the atmosphere on the basis of geographic information system (GIS) of monitoring environmental condition of a megalopolis. //Open Engineering, 2016; 6:298–304.
- [4] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Балгабаева Л.Ш және басқалар. Геоинформационные системы (ГИС) мониторинга экологической обстановки г.Алматы. // «Қазақстандағы жаңа экономикалық саясатты жүзеге асырудағы жас ғалымдардың алар орны мен рөлі» халықаралық Сәтбаев оқуларының еңбектері, Алматы: ҚазҰТУ 2015, Том IV, Б.101-105.
- [5] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б. Алматы қаласының экологиялық жағдайының мониторингінің геоақпараттық жүйесінің (ГАЖ) құрылымын талдау // Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ Хабаршысы, №6 (112), 2015 ж., Б.3-7
- [6] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б. Модель анализа управления ГИС мониторинга экологической обстановки мегаполиса. //Труды Международной научно-практической конференции «Роль технических наук в развитии общества», г. Кемерово, Россия, 26-27 ноября 2015 г., С.10-14.
- [7] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б. Обоснование для применения Веб-ГИС технологий разработки ГИС МЭОМ// «Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе», атты II Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция еңбектері, Алматы, Қазақстан, 3-4 желтоқсан, ҚазҰТЗУ, 2015, Том I, Б.137-139.
- [8] Bissarinova A.T., Mamyrova A.K., Tusupova B.B. Mathematical modeling of expenditure in emission planning on the example of one of the territorial districts of the city. // Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference "21st Century: the fundamental science and technology" on January 25-26, 2016 - North Charleston, USA, T. 3 - p. 116-122

Бисаринова А.Т., Омарбекұлы Т., Мамырова А.К.

Этапы имитационного моделирования распространения вредных выбросов в атмосферу

Резюме. В статье рассматриваются этапы создания имитационного моделирования распространения вредных выбросов в атмосферу. В соответствии с целью исследования описывается процесс сбора и обработки информации при проведении сбора результатов атмосферного загрязнения и на их основе разработана имитационная модель. Данная модель служит для исследования пространственно-временного распределения атмосферных выбросов любого мегаполиса и рассматривается в данной работе как основное звено системы мониторинга экологической обстановки г.Алматы.

Ключевые слова: геоинформационные системы (ГИС), геоинформационные технологии (ГИТ), имитационная модель, объектно-ориентированный метод, динамическая модель, мониторинг, мегаполис, экологическая обстановка, цифровые карты.

Bissarinova A.T., Omarbekuly T., Mamyrova A.K.

Stages of simulation modeling of the distribution of harmful emissions into the atmosphere

Summary. The article considers the stages of creation of simulation modeling of the spread of harmful emissions into the atmosphere. In accordance with the purpose of the study, the process of collecting and processing information during the collection of atmospheric pollution results is described and a simulation model is developed based on them. This model is used to study spatial-temporal distribution of atmospheric emissions of any metropolis and is considered in this work as the main link in the monitoring system of the ecological situation of Almaty.

Keywords: geoinformation systems (GIS), geoinformation technologies (GIT), simulation model, object-oriented method, dynamic model, monitoring, metropolis, ecological situation, digital maps.

Ә.М. Жукешов, А.У. Амренова, А.Т. Габдуллина, К. Бағыдан, А. Асылхан, С. Ерлан
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы, Қазақстан РеспубликасыҚ)

ЖЕЛ ЖҮКТЕМЕСІН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЕКІ ОСЬТІ ТРЕКЕРДЫ СЫНАУ

Аннотация. Күн электрстанцияларына арналған бақылау жүйелерін жасау саласындағы техникасының деңгейі сарапталынады. Жел жүктемесі саналып және электр жетегі жасалынған. Диаметрі 2 м дейін кіші габаретті күн қондырғылары үшін күші 30 Нм стандартты қозғалытқыштарды қолдану тиімді екені көрсетілген. Екі ості трекердің экспериментті варианты тұрақты ток пен қозғалытқыштарды қолдана жасалынған. Қозғалытқыштың остік орналасуы системаның селкілдеуін азайту үшін ықтималды екендігі өткізілген сынаулар көрсетілді. Сенімділікті арттыру үшін тұрақты токты қозғалытқыштарды қолдана отырып өзіндік ШИМ контроллер жасау қажет.

Түйін сөздер: Күн энергетикасы, экспериментті макет, жел қысымы, электрлі жетек, автоматизация.

Болашақтағы энергетикалық жетіспеушіліктің алдын алу үшін жаңа энергия көздерін ойлап табуда, энергетикалық машина құрастырудың модернизациялануы мен қарқындылығы бағытында энергияны үнемдеудің альтернативті генерация көздерін қоса алып, бу газдарының қалдықтарын азайту үшін жүйелі жұмыстар жүргізілуі қажет [1].

Барлық энергия көздері арасынан, әрі барынша таралуы жағынан, экологиялық тазалығы бойынша күн радиациясы өте тиімді болып табылады [2]. Дегенмен, бұл мәселеде бірқатар шешілмеген сұрақтар бар, алдымен күн сәулесі кеңістікте таралатындықтан және жергілікті орналасқан орынға тәуелді болатындықтан бұл жүйенің тиімділігіне байланысты мәселе тұрады. Негізінен алғанда, арнайы энергия жинақтаушы әдістері болмаса күн электрстанцияларының тиімділігі аз. Сондықтан, Күнді бақылау жүйесі (трекер деп аталады) күн энергетикасы жүйесінің негізгі құраушыларының бірі болып табылады. Трекердің дәлдігі күндегі күн коллекторының дұрыс теңесуі үшін маңызды рөл атқарады. Бұл әсіресе, жинақтағыш жүйелер үшін маңызды, мысалы, парабола типі үшін, дегенмен тіпті қарапайым жазық жүйелер үшін де бақылау жүйесін қолдану жұмыстың тиімділігін 25-40 % дейін арттырады [3, 4].

Әдебиеттерде көрсеткендей, қазіргі күн трекерлері - есептелген траекторияға негізделген, күнді бақылау үшін компьютерлік күрделі алгоритмдерді пайдаланатын астрономиялық трекерлер, немесе көлемді жақындасуларды пайдаланатын, күн сәулесін зондтауға негізделген трекерлер болып табылады. Түрлі типтегі қозғалытқыштардың энергетикалық көрсеткіштерінің талдауы мен электр жетегінің жалпылама параметрлеріне тәуелді қуат жоғалтуы – жүктемеге біршама төзімді электр өткізгіштер жүйесін жасауға мүмкіндік берді [5]. Дегенмен, электр жетегін бақылау жүйесі сәйкесінше дәл әрі сапалылықты қамтамасыз етпейді. Оның үстіне, айта кететін жайт, электр жетегін бақылау жүйесінің техникалық жүзеге асуы біраз қиындықтар туындатады [6, 7].

Жоғарыда аталған тек техникалық мәселелерден бөлек, электр жетегінің бақылаулары көрсеткендей, заманауи микропроцессорлық техниканы қолдана отырып қарапайым әрі біршама дәл электр жетегі жүйесін құрастыру мүмкіндігі бар. Бұл соңғы жылдары микробақылаушылар мен бағдарламалық қамтамасыз ету оны дайындаушылар үшін барынша қолжетімді болып келеді. Одан бөлек, әмбебап электр жетегін дайындау арзанға түседі. Қазіргі уақытта компьютерлік бақылаулар үлкен дәлдік пен кең ауқымдылықты әрі жоғары сапалылықты қамтамасыз ететін энергетикалық гелиокондырғылардың барлық типтеріне жол беріп келеді [8].

Кез-келген күн жылулық жүйесінің жүрегі болып табылатын термикалық түрлендіргішті аналогтық түрде жылу ағынын максимал түрде пайдаланатындай етіп жасау керек. Қарапайым жүйелермен салыстырғанда қосымша қондырғылар дайындау мәселелерін шешуге бағытталған шығындарды кеміту және түрлендіргіштің ауданын азайту арқылы үнемдеу жұмыстары концентраттарды қолданудың экономикалық жағынан дұрыстығын көрсетеді [4]. Осылайша, қарапайым, экономикалық жағынан тиімді күн бақылау жүйесін дайындау қажеттілігі туындайды және қос осьті жүйелерге көңіл бөлінеді.

Электр жетегі жүйені күнмен байланыстырып орналастыру бойынша стандартты мәселелерді қамтамасыз етуінен бөлек, біршама күш жұмыстық беттің жел күшіне қарсы төзімділігі бойынша жасалады. Осылайша, жетекті дайындамас бұрын, жүйе осіне желдің түсіретін күшін бағалау қажет.

Әдетте, күн станциялары дауылдық боранға сәйкес келетін максимал 100 км/сағ жылдамдығына есептеледі.

Айналу моментін есептеу үшін қондырғының диаметріне тәуелсіз күш моментін қарастыратын формулаларды пайдаланады. Желдің кедергі күші W мына түрде болады:

$$W = \frac{1}{2} \rho v^2 S C,$$

мұндағы ρ — ауаның тығыздығы, S — ағын бағытына перпендикуляр болатын бет проекциясының ауданы, C — кедергі коэффициенті — 0.5 және v — м/с жел жылдамдығы. Желдің есептік көрсеткіштері 1 - кестеде келтірілген.

1-кесте. Жылдамдыққа тәуелді жел қысымы және кедергідегі жел күші. 1,2 кг/м³ ауа тығыздығындағы есептеулер

	Жел жылдамдығы, м/с							
	5 м/с	10 м/с	15 м/с	20 м/с	25 м/с	30 м/с	40 м/с	50 м/с
Қысым, Па=Н/м	15	60	135	240	375	540	960	1500
$S=1\text{ м}^2$ Күш 1 м ² , Н	15,00	60,00	135,00	240,00	375,00	540,00	960,00	1500,00

КЭС-тің тәжірибелік үлгісі диаметрі шамамен 2 м болатын спутниктік тәрелке негізінде немесе эквивалентті ауданы шамамен 3 м² болатын 1,5*1,0м (екеу) күн модулдері негізінде дайындалатын болады. Желдің жылдамдығы 100 км/сағ, 1м² аудандағы қысым күші 540 Н/ м² құрайды. Егер трекер осінен ауданның шегіне дейінгі қашықтық $d=1$ м болса, онда күш моменті $M=Fd$ тең болады. Осылайша, беттің формасын есепке алмағанда, бірінші жақындасудағы осьтегі күш моменті шамамен 270 Нм болады. Мұндай құрастырмаларда қозғалтқыштың өзі түсірілген айналу моментінен біршама аз айналу моментін қамтамасыз етуі қажет. Осылайша, жылдамдығы 100 км/сағ желді айналдыру үшін азимуталді қозғалтқыш кем дегенде 27 Нм болуы шарт. Берілген есептеулер егер біз дөңгелек пішіндегі концентратор қолдансақ, еңкею трекері үшін де дұрыс болып табылады.

Дайындалған трекер вертикаль орналасқан негізгі осі және оған нормал орналасқан қосымша осьтен құралатын азимуталді- еңкейген екі ості жетек болып табылады. Жеңіл жиналатын әрі жөндеуге ыңғайлы трекер жасау мақсаты қойылды. Ол мақсаттың жүзеге асуы үшін қолда бар материалдар қолданылды және соңғы құрастырмаға қол жеткізу үшін шығындарымен салыстырғанда бірнеше құраушылардың конфигурациясы таңдалынып алынды.

Бұл трекердің азимутальдік функциясы — Күн шығыстан батысқа жылжығанда азимут бойынша күн коллекторын бақылауда ұстау. Қондырғының бірнеше варианты ұсынылды. Біршама кәсіпорындар пайдаланатын негізгі вариант — күндік коллектордың барлық жүйесін бұрылыстық базада ұстап тұратын негізгі осьтің болуына негізделген. Осьтің айналуы қозғалтқыш драйверімен байланыстырылатын рейкалық беріліс көмегімен немесе негізгі оське сәйкес және қозғалтқышпен үйлестірілген цилиндрлік тісті дөңгелек арқылы жүзеге асады. Мұндай вариантты қолданудың бірнеше кем тұстары бар. Біріншіден, төменгі бөлікте орналасқан (жүктеме күш түсірілетін) тірек нүктесі әлсіз болып табылады, яғни жел немесе қардың күшінен сынып кетуі мүмкін. Екіншіден, мұндай жүйені тасымалдау үшін азимутальдік трекер бөлшектелуі қажет. Жаңа азимут трекері жоғарыда аталған мәселелерді жеңілдету үшін дайындалған. Ол мынадай негізгі бөліктерден: корпуста жоғары және төмен жағынан подшипникпен бекітілген негізгі осьтен, тұрақты токтың қайтымды қозғалтқышынан, қосымша және жетекші тегершіктен, редуктордан және корпус қозғалтқышының тірегінен тұрады. Тұрақты токтың 12 В қайтымды қозғалтқышы азимут бойынша драйвер есебінде қолданылады. Бұл двигательдің функциясы - коллектордың азимутальдік бұрышын күннің орны ауысуына қарай күні бойы өзгерту және таңда кері орнына қайтару үшін барлық жүйенің шығыстан батысқа қарай айналуы болып табылады. Қозғалтқыш барлық жүйенің айналуы үшін жетерліктей айналу моментін қамтамасыз етуі қажет, және желдің күшіне төтеп беру үшін айналу моментін қамтамасыз етуі керек. Редуктор жеткілікті айналу мен айналу моменті күшін қамтамасыз ету үшін беріліс қатынасын арттырып отырады.

Әрі қарай еңкею трекерін қарастырайық. Бұл трекердің екі негізгі функциясы бар. Біріншіден, ол күннің шығыстан батысқа дейін көктегі қозғалысына қарай биіктікті бақылап отыруы қажет. Екіншіден, ол күнді бақылау кезінде коллекторды ұстап тұру үшін тежегіш рөлін атқарады. Күн шыққаннан тал түске дейін бақылаушы құрылғы коллектор мен оның құраушылары салмағына кері бағытта қозғалуы қажет. Тал түстен соң, биіктік бұрышы кеми бастағанда, трекер күн коллекторын сәйкесінше салмағына қарай бақылауы керек. Осылайша, трекер де азимуттағы сияқты коллекторды бақылай отырып, төменге жылжытатын айналма күш моментіне ие болады. Алғашқы идея жетегі бар трекерді коллектордың еңкейе қозғалыс жасауын қамтамасыз ету үшін қолдану болды. Зертханалық үлгіде тарелке топса мен осьтік бұрандалы қозғалтқыш көмегімен 90^0 жоғары-төмен қозғалыс жасайды. Зерттеулердің нәтижесінде мынадай мәселелер туындады: қолдану жағынан қарапайымдылығына қарамастан, мұндай құрылғылар, жүріс ұзақтығы жағынан шектеулі, және егер тарелке үлкен болса, құрылғы да айтарлықтай күрделеніп, діріл пайда болады. Осылайша, бұл трекерлерге альтернатив ретінде еңкею бұрышы 110^0 дейін кең болатын қолжетімді әрі ыңғайлы вариант қарастыру мәселесі туды.

Заманауи технологиялардың тыңғылықты зерттеулерінен кейін қозғалтқыштың осьтік орналауын қолдану келісілді. Жаңа трекер алдыңғы кездескен қиындықтарды шешуге бағытталды. Бұл бақылау құрылғысында: редуктормен жабдықталған қадамдық қозғалтқыш 8В, қозғалтқыштың қолдаушысы, қосымша тегершік, мотор тегершігі, қозғалтқыштың муфтасы мен тірегінен құралады.

Осылайша күн станциясының жинақтаушы типінің зертханалық үлгісі дайындалды және екі осьтік трекердің дайындалуы мен есептеулері жүргізілді. Жасалған электр жетегі параболалық күн жинақтаушыларға да әрі жазық фотовольттік панелдер үшін де қолданыла алады. Тәжірибелік зерттеулер көрсеткендей, діріл мен желдің кедергісін жою үшін біршама берік конфигурация - редукторды қолдана отырып, жетектің осьтік орналасуы болып табылады. Электр жетегіне келсек, тұрақты қозғалтқыш үшін арнайы ШИМ дайындау қажет, себебі қадамдық қозғалқыштарға арналған өндірістік сенімді жетектер де, және қозғалтқыштың өзі де біршама қымбат болады. Сондықтан ШИМ бар тұрақты токтың қозғалтқышын қолдану сапасы мен бағасы жағынан айтарлықтай ыңғайлы вариант болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоиздат, 1990. – 392 с.
- 2 Андреев В.М. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. – Л.: Наука. 1989.
- 3 Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие - М.: КНОРУС, 2010. — 232 с
- 4 Лайбеш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / СПб, 2003, 79с
- 5 Солнечная энергетика: Пер.с англ. и франц./ Под ред. Ю.Н. Маковского и М.М. Колтуна.-М.: Мир, 1979.-390с.
- 6 Ветроэнергетика/Под ред. Д. Рензо. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
- 7 Дворов И.М. Геотермальная энергетика. – М.: Наука, 1976.
- 8 Мировой энергетический совет (МИРЭС): прогнозы развития энергетики // Энергетика за рубежом. – 2000. – № 3.

Жукешов А.М., Амренова А.У., Габдуллина А.Т., Багыдан К., Асылхан А., Ерлан С.

Расчет ветровой нагрузки и испытания двухосевого трекера

Резюме. Проведен анализ состояния техники в области разработки систем для солнечных электростанций. Проведен расчет ветровой нагрузки и необходимого усилия электропривода. Показано, что для малогабаритных установок диаметром до 2м достаточно стандартных двигателей с усилием до 30 Нм. Разработан экспериментальный вариант двухосевого трекера с применением двигателя постоянного тока и шагового двигателя. Испытания показали, что для уменьшения вибрации оптимальным вариантом является осевое расположение двигателя. Для повышения надежности системы необходимо выбирать двигатели постоянного тока и разрабатывать надежные ШИМ контроллеры.

Ключевые слова: солнечная энергетика, экспериментальный макет, ветровое давление, электрический привод, автоматизация.

Zhukeshov A.M., Amrenova A.U., Gabdullina A.T., Bagydan K., Assylkhan A., Erlan S.

Wind load calculation and testing of dual-axis tracker

Summary. The technique event condition in the field of solar power plants tracking systems development was analysis. The wind load and the necessary effortsto drive calculated. It is shown that for small installations up to 2 m in diametr is sufficient for standard motors with to 30 Nm. An experimental version jf the dual-ax is tracer with the DC motor and stepper motor are constructed. Tests have shown that in order to reduce vibration jf the best option is the axial position jf the motor. To improve the reliability of the system is necessary to choose the DC motors and develop robust PWM controllers.

Key words: Sun power, experimental stand, wind pressure6 electrical drive, automftion.

ӘОЖ 004.01

С. Нуралыкызы, А.С. Уахитова

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, asekauahitova06@gmail.com)

«УНИВЕРСИТЕТ КАМПУСЫ» ҚҰЖАТ АЙНАЛЫМЫНЫҢ ІШКІ ЖҮЙЕСІН ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Мақалада ақпараттық технологиялардың үздіксіз дамуы кезінде заманауи ақпараттық қамтама құралдарын университет кампусы Web-бетінде қолдану арқылы студенттерді жатақханаға электронды тіркеу қарастырылған.

Кілттік сөздер. Кампус, веб-сайт, электрондық құжат, жатақхана, тіркеу жүйесі, студент, дерекқор.

Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. Назарбаев әлемдегі ең дамыған 30 ел қатарына қосу туралы Жолдауында айтылғандай мемлекеттік органдарда қызметінің барлық саласына жаңа мақсат, жаңа міндет – «Электрондық үкімет» жобасын жүзеге асыру тапсырылған. Сол тапсырмалар бойынша төмендегідей құжат айналымы жұмыс жасауда:

- ақпараттандыру саласында;
- мұрағат саласында;
- халыққа қызмет көрсету орталықтарында;
- мәдениет және спорт салаларында [1].

Электрондық құжат айналымы жүйесі дәстүрлі қағаз құжаттар айналымынан қарағанда көптеген тиімді функциялары бар (1-сурет).



1-сурет. Электронды құжат айналымының ерекшеліктері

Жоғарыда көрсетілген функциялардан басқа келесі артықшылықтарды да атап кетуге болады:

- құжаттарды тіркеу және олардың орындалуын бақылау үрдістерін автоматтандыру;
- кәсіпорын бөлімшелері арасындағы ішкі қатынас негізіндегі қағаздарын азайту;
- ұйымның электрондық мұрағатын құру;
- құжаттарды қауіпсіз сақтау.

Дәл осындай функцияларды университетіміздің ішкі басқару ісінде дәстүрлі қағаз негізінен электрондық салаға көшіру мақсатында «Университет кампусы» қарастырылады.

«Университет кампусы» Web-сайты университет кампус жайлы толық ақпарат береді және де кампус басқару әкімшілік жұмыстарын жеңілдету мақсатымен студенттер үшін жылда өзекті проблема – жатақханаға үшін құжат жіберу үрдісі заман талабына сай «электронды тіркеу жүйесі» арқылы жеңілдетеді.

Мұндай жүйенің бірнеше өзектілігі бар:

- «Университет кампусы» ішкі жүйесіне қашықтан ақпарат алмасудың TCP/IP деңгейінің болуы;
- жатақханаға өтініш беру кезіндегі іс-құжаттары және жұмыс уақытының үнемдеуі;
- кампус орталықтандырылған сенімді деректер қорымен қамтамасыз етілуі;
- жатақхана комиссия мүшелері үшін өтініштерді Web-филтрлеу функциясының қосылуы, комиссия мүшелері физикалық жұмысының азайуы.

Жоғарыда көрсетілген өзекті мәселелерді қамтитын жатақханаға қатысты барлық сұрақтарды тиісті жауаптармен қамтамасыз ететін, қолайлы, белсенді қолданысқа тиімді «Университет кампусы» Web-сайтына: негізгі бет, құжаттар үлгісі, құжаттарды тіркеу жүйесі, жаңалықтар, кері байланыс, жүру бағыттары сынды бөлімдер енгізілді.

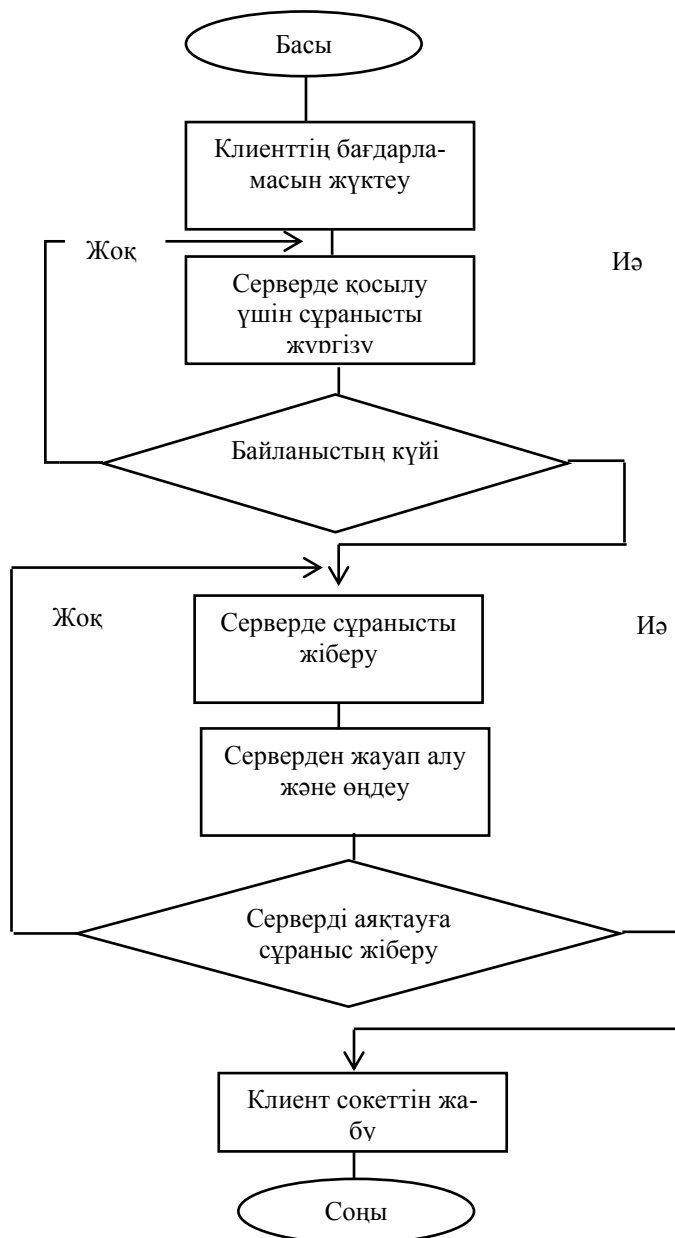
Әрине, анықталған логикалық құрылым толығымен орындалу үшін қолданушыларға рөлді бүгінде белсенді қолданыстағы объектілі-бағытталған компонентті YII фреймворкінің көмегі арқылы администратор студентке, комиссияға және де басшылыққа рөл бөледі [2]. Ал студенттің сайтқа кіріп, өтініш формасын толтырып, қажетті құжаттарды жіберу мүмкіндігін туғызу мақсатында сайтқа тіркелу функциясы жүргізіледі. Студенттердің сайтқа тіркелуі екі түрге бөлінгені жөн, яғни:

- 1 курс студенттерінің сайтқа тіркелуі;
- 2 курс және одан жоғарғы курстар сайтқа тіркелуі.

Қазақстан Республикасында жоғарғы оқу орынында кредиттік технология бойынша оқитын кез-келген студенттің өзіндік жеке логины мен құпия сөзі бар. Яғни, кез-келген оқу порталына тіркелу үшін студенттің логинын пайдаланған қандай тиімді болса, «Университет кампусы» сайтына да дәл осы логинмен тіркелу өте жеңіл болады. 2 курс және одан жоғарғы курстар үшін олардың логины бекітілгендіктен, оларға осы сайтқа тіркелу аса қиындық туғызбайды. Ал 1 курс студенттері үшін осы жүйеге логины арқылы тіркелу оқу жылының бастапқы бірінші-екінші аптасында тіпті мүмкін емес. Дәл осы уақыт аралығында 1 курс студенттері үшін жатақханадан бұрын, университетке ресми түрде тіркеу, құжаттарды рәсімдеу, топтарға бөлу, логиндарды тарату сынды іс-шаралар жүріп жатады. Сол уақыт аралығында 1-курс студенттерінің жатақханамен тез қамтамасыз етілуі үшін, өздерінің ЖСН нөмірлері бойынша тіркелуге болады. Бұл тіркелудің тиімділігінің басты артықшылығы динамикалық сайттар үшін өте қолайлы MySQL деректер қорының басқару жүйесінде құрылған 1 курс студенттерін университетке тіркеуге арналған кестеде. Яғни, әрбір студент ресми түрде белгілі бір университет студенті болып ЖСН арқылы тіркелген сайын, әр студентке жеке нөмірі – оқу логины беріледі. «Университет кампусы» сайтына 1 курс студенті тіркелу үшін ЖСН енгізген уақытта, автоматты түрде оның оқу коды шығып, құпия сөз енгізу өз құқығында. Осылайша тіркелген 1 курс студенті «Университет кампусының» орталықтандырылған деректер қорында құрылған барлық тіркелген студенттер кестесіне барып енеді және де құжаттарын жібере алады [3].

Арнайы комиссия Қазақстан Республикасының Министрлігінің №66 шешімі бойынша құжаттардың құрамына қарай жатақханадан орын бөледі, басшылық бөлмесін анықтайды.

Құрылған бағдарламалық жүйе «клиент-сервер» архитектурасының принципіне негізделген және де клиент серверге TCP/IP протоколы арқылы қатынас жасай алады. Мәліметтер MySQL деректер қорының басқару жүйесінде сақталады (2-сурет). Сервер клиент пен дерекқордың арасын жалғастырушы, яғни клиенттің сұраныстарын қабылдап, өңдеу арқылы дерекқорға жібереді. Анықталған принциптер бойынша жұмыс жасайтын «Тіркеу жүйесінің» алгоритмдік құрылымы келесі суретте бейнеленген.



2-сурет. «Тіркеу жүйесінің» алгоритмдік құрылымы

Нәтижесінде ақпараттық жүйеде HTML гипермәтіндік өлшеуіш тілінде сайттың Web-беттерін өңдеу, CSS каскадты стильдеу кестесінде Web-беттерді безендіру, Bootstrap фреймворкінде веб-сайт мүмкіндігін арттыру қамтамасыз етілді (3-сурет), ал процедуралық бағдарламалау кезінде бұл ақпараттық жүйе толықтай PHP технологиясын қолдану арқылы жасалады (4-сурет) [4].



Қымбатты қолданушы, Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің студенттер қалашығы сайтына қош келдіңіз!!!

3-сурет. «Campus.kaznitu.kz» сайтының басты Web-беті

Студенттерді жатақханаға электронды тіркеу жүйесі

Қолдану ережесі:

Аты-жөні	
E-mail	
Туған жері	
Тобы	
Файлды тіркеу	
Выберите файл	Файл не выбран

4-сурет. «Campus.kaznitu.kz» сайтының «Тіркеу жүйесі» Web-беті

«Университет кампусы» сайты студенттерге арналған сайт болғандықтан, бұл сайт тек қана жатақхана қалашығына байланысты ақпараттық жүйе ғана болып қоймай, студенттердің барлық сұраныстарын толық қанағаттандыруы қажет. Студенттердің университетте үлгерімдеріне олардың әлеуметтік жағдайы, баспанамен қамтамасыз етілуі үлкен әсер ететін факторлар болып табылады. Жалпы «жатақхана» сөзін естігенде көпшілік қауымның ойына алдымен сол жатақхана жайлы ақпараттан да бөлек жатақханаға орналасу мәселесі бірінші кезекте тұрады. Ал осындай проблеманың шешімін жеңіл, әрі тез таба алатын «Тіркеу жүйесі» кез-келген «Университет кампусы» сайтын одан әрі белсенді қолданысқа ие қылдырады. Ақпараттық қамтамалау құралдары аймағындағы жылдам жаһандану, заманауи ақпараттық технологиялардың үздіксіз дамуы кезінде кез-келген IT-маманы үшін қолданушылардың сұраныстарын қамтамасыз ете алу – оның басты жеңісі.

ӘДБИЕТТЕР

- [1] Слободанюк А. Электрондық құжат айналымының бірыңғай жүйесін ендіру туралы// Қазақстанда іс қағаздарын жүргізу. 2013. № 2-3. – Б. 11-15.
- [2] Макаров А.Үіі. Сборник рецептов. – ДМК Пресс, 2012. – 224 с.
- [3] Дамашке Г. PHP и MySQL; НТ Пресс. – М.: Наука, 2012. – 314 с.
- [4] Фрэйз Б. HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств // Фрэйз Б.; [перевод с английского В. Черник]. – СПб.: Питер, 2014. – 304 с.

Нуралықызы С., Уахитова А.С.

Разработка подсистемы документооборота «Кампус университета»

Резюме. В статье рассматривается электронная регистрация студентов в общежитии посредством использования современных информационных и программных средств на WEB-странице кампуса.

В разработке подсистемы документооборота «Кампус университета» установлены такие возможности для студента как, получение необходимой информации, заполнения формы заявления для проживания в общежитии, отправления необходимых документов, прямой связи с администратором сайта.

Ключевые слова. Кампус, веб-сайт, электронный документ, общежитие, система регистрации, студент, база данных.

Nuralykyzy S., Uahitova A.S.

Development of subsystem of the document «Campus of University»

Summary. The article deals with the electronic registration of students in the hostel through the use of modern information and software on the WEB-page of the campus.

The development of subsystem of the document «Campus of University» has established such opportunities for the student as getting the necessary information, filling out the application form for living in the hostel, sending the necessary documents, direct contact with the site administrator.

Key words. Campus, website, electronic document, hostel, registration system, student, database.

ӘӘЖ 528.9 (043)

Т. Калыбеков, Ы. Жакыпбек, Әсетқызы А., А.С. Әбен

(Қазақстан национальнй исследовательский технический университет имени Қ.И. Сәтбаева)

Алматы, Республика Қазақстан,

t.kalybekov@mail.ru, moldir_09@mail.ru)

**ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛИГОНДАҒЫ ЖОҒАРЫДӘЛДІКТІ НИВЕЛИРЛЕУДІҢ
НӘТИЖЕЛЕРІН ӨНДЕУ**

Аңдатпа. Мақалада жоғарыдәлдікті нивелирлеу нәтижелерін математикалық өндеу кезеңдері келтірілді де, жер беті деформациясының және олардың уақыт мезгіліндегі өзгеруін анықтаудың геодезиялық шешуі қарастырылған. Сонымен қатар кенорны аумағындағы нивелирлік белгілер арасындағы биікайырымдар мен жер бетінің заманауи қозғалысы жылдамдығының және олардың векторларының вертикаль құрауыштарының шамаларын есептеулері келтірілген. Қайталаулық нивелирлеудің әрбір сызығы бойынша вертикаль жылжу жылдамдығының заманауи графигі жасалынды.

Изосызыктардың жиіленген орындары зерделенетін аумақтың созылуы мен сығылуының аудандық таралуының сапалық және сандық шамасын көрсетеді. Қайталаулық нивелирлеудің циклдары бойынша құрылған картасұлбаларды бірге талдау арқасында деформациялық үдерістің мерзімдік дамуын зерделеудің мүмкіндігі айқындалған. Геодинамикалық полигонда нивелирлеуді екі рет жүргізу негізінде картасұлбаны құрастыру кезінде аттас белгілер биіктіктерінің айырмашылығы шамаларын алудың дұрыстығы анықталған.

Түйінді сөздер: нивелир, жоғарыдәлдікті нивелир, рейка, репер, геодинамикалық полигон, деформация, картасұлба.

Мұнай және газ кенорындарын игеру қоршаған табиғи ортадағы жер бетінің және қойнауының жағдайына әсерін тигізеді. Жер бетінің техногендік жылжуы жер қойнауынан мұнай мен газды қарқынды өндіру салдарынан жер қойнауы таужыныстарының тығыздалуы нәтижесінде болады. Жер бетінде болатын қауіпті деформация мұнай және газ кәсіпшілігінің әртүрлі инженерлік құрылыстарының бүлінуіне, сондай-ақ экологиялық жағдайдың нашарлауына әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан көмірсутекті шикізат кенорындарын игеру кезінде аумақ ауданының вертикаль жылжуын болжау

үшін жоғары дәлдікті нивелирлеуді жүргізу қажет. Мұнай және газ кенорындарын игеру кезінде жоғары дәлдікті нивелирлеу мынадай мақсаттарды шешу үшін жүргізіледі:

- мұнай және газ кенорындарын игергенде жер бетінің вертикаль және горизонталь жылжуын зерттеу;
- көмірсутекті шикізатты өндірудің табиғи ортаның сейсмикалық жағдайына тигізетін әсерін болжау;
- кенорнын игеру технологиясының сыйыстырушы таужыныстардың табиғи кернеулік-деформациялық жағдайына тигізетін әсерін есепке алу;
- жер бетінің вертикаль жылжуын игерілетін қойнауқаттардан төмен немесе жоғары жатқан горизонттарды барлау нәтижесінде геологиялық карталарды және қималарды құрғанда есепке алу;
- кенорнын толық игерудің жобалық технологиялық құжаттамасын жасаған кезде жер бетінің жылжуын ескеру;
- геодинамикалық полигондардың жоғары дәлдікті нивелирлік жүйесінің жағдайын мезгіл-мезгіл анықтау және жасау;
- мұнай және газ аумақтарын сейсмикалық аудандау және техногендік жерсілкіністің алғыдерегін айқындау.

Жоғары дәлдікті нивелирлеу нәтижелерін математикалық өңдеу екі кезеңге бөлінеді:

- алдын ала есептеу;
- нивелирлеу торабындағы пайда болатын геометриялық шарттар үшін теңестіру.

Алдын ала есептеу мыналардан тұрады [1-3]:

- белгіленген масштабта нивелирлеу торабы сұлбасын бастапқы және анықталатын реперлердің байланысы мен орындарын көрсетумен жасау;
- ізделінетін шамаларды қайтадан есептеу арқылы нивелирді және рейкаларды зерттеу материалдарын тексеру;
- нивелирлеу журналдарындағы орындалған есептеулерді тексрудің бақылаулық ведомосін жасау;
- рейканың орташа метрі ұзындығының номиналдыдан айырмашылығы үшін түзетулерді есептеу;
- тура және кері жүрістердегі оң және сол нивелирлеу сызықтары станциялардағы рейкалардың температурасы үшін түзету және өлшенген биікайырымдарға осы түзетулерді енгізу;
- қалыпты биіктіктер жүйесіне өту үшін өлшенген биікайырымдарға түзетулерді есептеу;
- рейканың орташа метрі ұзындығының номиналдыдан айырмашылығына, рейкалардың температурасы мен қалыпты биіктіктер жүйесіне өту үшін реперлер арасындағы биікайырымдарға түзетулері енгізілген ақырғы ведомосін жасау;
- нивелирлеу нәтижелеріне қойылатын шектердің сақталуын бақылау;
- нивелирлік жүрістің бір километріне есептелген кездейсоқ және жүйелі қателіктерді енгізумен нивелирлеу дәлдігін бағалау.

Нивелирлеудің 1 класында өлшеулердің дұрыстығын тексеру үшін биікайырымдардың мынадай айырмашылықтарын есептейді:

тура жүрістегі оң және сол нивелирлеудің

$$d_1 = (h_o - h_c)_{тура} , \quad (1)$$

кері жүрістегі оң және сол нивелирлеудің

$$d_2 = (h_o - h_c)_{keri} \quad (2)$$

тура және кері жүрістегі оң нивелирлеудің

$$d_3 = (h_{тура} - h_{keri})_o , \quad (3)$$

тура және кері жүрістегі сол нивелирлеудің

$$d_4 = (h_{тура} - h_{кері})_c \quad (4)$$

оң және соң нивелирлеудің орташа нәтижелерін

$$d_5 = \frac{1}{2}(h_{тура} + h_{кері})_o - \frac{1}{2}(h_{тура} + h_{кері})_c, \quad (5)$$

тура және кері жүрістердің орташа нәтижелерін

$$d_6 = \frac{1}{2}(h_o + h_c)_{тура} - \frac{1}{2}(h_o + h_c)_{кері}, \quad (6)$$

Әрбір айырмашылықтар d_1 , d_2 және d_6 мына шамадан аспауы қажет

$$d_i \leq 3mm \sqrt{L}. \quad (7)$$

Бір километр жүрістегі нивелирлік станциялар саны $n < 15$ кезде және $4mm \sqrt{L}$, $n > 15$, мұндағы L км. Айырмашылықтарды d_i есептегенде h_k таңбасын h_m сияқты алады.

Іргелес реперлер арасындағы әрбір секциядағы барлық d_i есептеулерінің дұрыстығын мына формулалармен тексереді:

$$d_5 = \frac{1}{2}(d_1 - d_2); \quad d_6 = \frac{1}{2}(d_3 + d_4). \quad (8)$$

Қателіктерді дөңгелектеу әсерінен 0,1 мм дейін айырмашылықтар болуы мүмкін.

Далалық журналдардағы есептеулерді тексергенде көздеу сәулесінің ұзындығының белгіленген шектеулерін және оның төсеніштік беттен биіктігін, сонымен қатар рейкадан нивелирге дейінгі қашықтықтардың тең еместік шектеулерін және секциядағы іргелес реперлер арасындағы олардың жиналуын тексереді.

Геодинамикалық полигондардағы жоғарыдәлдікті нивелирлеу нәтижелерін өңдеу жер беті деформациясының және олардың уақыт мезгіліндегі өзгеруін анықтаудың қажетті геодезиялық мәселесін шешу бағдарламасы бойынша орындалады. Бақылаулардың нәтижелерін өңдеу бағдарламасы бойынша мынадай мәселелер шешіледі:

- кенорны аумағындағы нивелирлік белгілер арасындағы биікайырымдарды есептеу;
- шартты бастапқы пунктке қатысты қайталанған өлшеулер бойынша биікайырымдар айырмашылығының және жиналулардың пайда болуы;
- жер бетінің заманауи қозғалысы жылдамдығының және олардың векторларының вертикаль құрауыштарының шамаларын есептеу;
- жергілікті жер бедерінің профилімен биікайырымдар айырмашылығының жиналуын салыстыруды жүргізу.

Қайталанған нивелирлеуден кейін нивелирлеудің әр циклында алынған нәтижелерді салыстыру қажет және биікайырымдар ведомосі мәліметтері бойынша жер бетінің вертикаль қозғалысының жылдамдығы есептелінеді. Қайталанған және бірінші нивелирлеулерден алынған биікайырымдар арасындағы айырмашылықты мына формуладан анықтайды

$$\Delta h = h_{\bar{n}} - h_{\bar{d}}, \quad (9)$$

мұндағы h_c және h_o - бірінші және қайталанған нивелирлеулерден алынған белгілер арасындағы өлшенген биікайырымдар мәндері. Биікайырымдарды 0,1 мм дәлдікпен жазады. Нивелирлеудің желісі бойынша жиналулардың осы айырмашылықтарын $\sum \Delta h$ бірінші белгіге қатысты есептейді.

Қайталанған нивелирлеу арасындағы уақыт аралығын мына формуламен есептейді

$$\Delta T = T_c - T_o \quad (10)$$

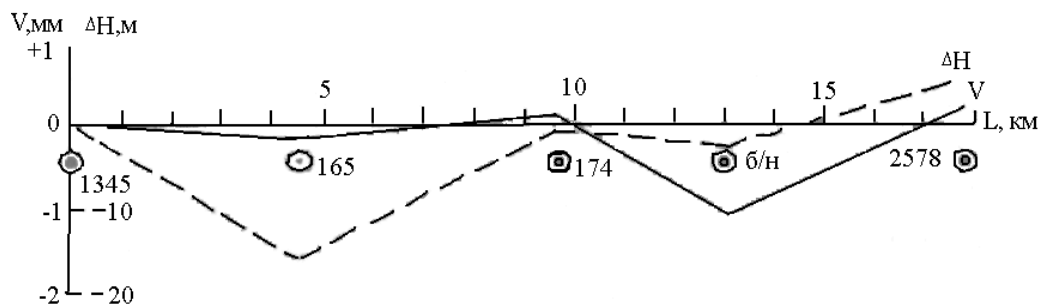
мұндағы T_c - нивелирлеудің соңғы жылы; T_o - нивелирлеудің бірінші жылы.

Іргелес белгілердің заманауи вертикаль қозғалысының жылдамдығын мына формуламен есептейді

$$\Delta V = \frac{\Delta h}{\Delta T}. \quad (11)$$

Заманауи вертикаль қозғалыстың жылдамдығын 0,01 мм/жыл немесе 0,1 мм/жыл дәлдігімен есептейді, егер биікайырымдар сәйкесінше 0,1 мм және 1 мм дәлдікпен белгілі болса. Содан соң бірінші белгіге қатысты нивелирлеу желісі бойынша жылдамдықтардың жиналуын $\sum \Delta V$ есептейді [4].

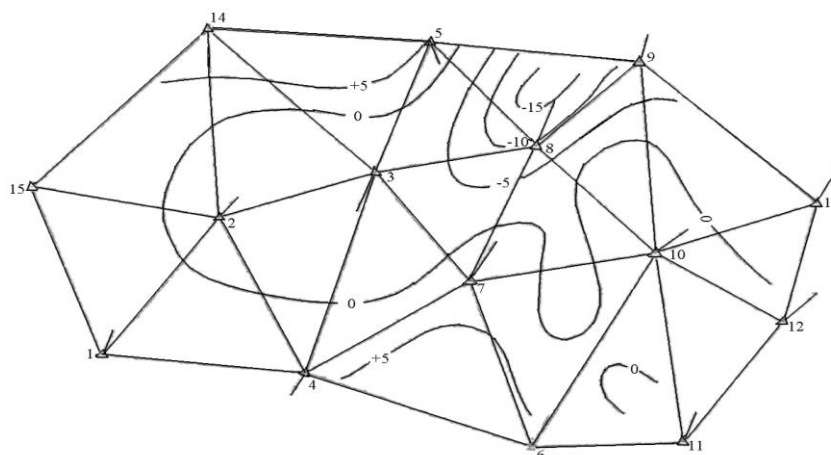
Қайталаулық нивелирлеудің әрбір сызығы бойынша вертикаль жылжудың заманауи жылдамдығының графигі жасалынады. Графиктің горизонталь осінде (1-сурет) қабылданған масштабта бірінші тіректік реперден бастап барлық грунттық реперлердің нөмірлері жазылады. Горизонталь масштаб профиль сызығының ұзындығына және осы сызық бойындағы реперлер санына байланысты графиктің көрнекі салынуын ескерілумен таңдалынады. Графиктің вертикаль осінде 5:1 немесе 10:1 масштабта жеке реперлердегі жылжулардың бұрынғы жылдармен салыстырғандағы мәндері көрсетіледі.



1-сурет. Вертикаль жылжудың заманауи жылдамдығының графигі

Нивелирлеудің әртүрлі циклдарын бір-бірімен салыстырғаннан және вертикаль жылжулардың жылдамдығын есептеуден кейін геодинамикалық полигондағы вертикаль жылжулар жылдамдығының үйлеспеушілігі бойынша қайталаулық нивелирлеудің нәтижелерін талдайды. Профиль сызығы бойындағы түйінді нүктелердегі вертикаль жылжулардың жылдамдығының үйлеспеушілігін жазып алады. Графиктегі бір-біріне жақын орналасқан реперлердің жылжу жылдамдықтарында 3-5 мм артық айырмашылығы бар полигонның жергілікті жерлері қаралады да, осындай жылдамдықтың өзгеру себебі туралы тұжырым жасалынады.

Игеріліп жатқан кенорны аумағының кернеулік-деформациялық жағдайын бейнелеудің көрнекі түріне картасұлбалар жатады, онда түйінді нүктелердің жылжулары, негізгі деформациялардың шамалары мен бағыттары, мүмкін болған ауқымды өгерістер көрсетіледі. Осындай картасұлбаларды құрғанда әрбір үшбұрыштағы деформациялық жағдайды оның ауырлық ортасына қатысты деп ұйғарады (2-сурет).



2-сурет. Вертикаль жылжу жылдамдығының изосызықтары

Кернеулік-деформациялық жағдайдың өзгеруін картасұлбада бейнелеу изосызықтар түрімен жүргізу қолайлы болып табылады, себебі олар үшбұрыштардың ортасы мәндеріне қарай қабылданған. Изосызықтардың егжей-тегжейлігін бейнеленетін шаманы анықтаудың дәлдігімен үйлестіру орынды болады. Қабылданатын қиманың мүмкін болатын қателігінен үш есе асатын шама қолайлы саналады.

Изосызықтардың жиіленген орындары зерделенетін аумақтың созылуы мен сығысуының аудандық таралуының сапалық және сандық шамасын көрсетеді. Қайталаулық нивелирлеудің циклы бойынша құрылған картасұлбаларды бірге талдау арқасында деформациялық үдерістің мерзімдік дамуын зерделеуге мүмкіндік тудырады. Осында деформацияның негізгі осьтерінің мерзімдік өзгеруін қадағалау маңызды болады, бұл жағдай алдын ала болжаушылықтың белгісінің бірі болып саналады. Кенорны бойынша вертикаль жылжудың заманауи жылдамдығының картасын дайындау үшін топографиялық планға грунттық реперлердің вертикаль жылжуының теңестірілген мәндері салынады. Осы нивелирлік белгілердің вертикаль жылжуы жылдамдықтарының мәліметтері бойынша изосызықтар жүргізіледі. Геодинамикалық полигонда нивелирлеу екі рет жүргізілгенде картасұлбаны жасау кезінде аттас белгілер биіктерінің айырмашылығы шамаларын алған дұрыс болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Руководящий технический материал по проведению геодезических работ при изучении влияния техногенных процессов на деформацию земной поверхности. – М.: ОНТИ ЦИИИГ АиК, 1978. -23с.
- [2] Нусипов Е., Рахымбаев М.М., Калыбеков Т. и др. Методическое руководство по производству высокоточного нивелирования для прогноза геодинамического состояния территорий нефтегазовых месторождений. - Алматы: Комплекс, 2004. – 80 с.
- [3] Жаркимбаев Б.М., Калыбеков Т., Рысбеков К.Б. Маркшейдерия при разработке месторождений нефти и газа. – Алматы: КазНТУ, 2005. – 223 с.
- [4] Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Қадылхан Е. Геодинамиклық полигондағы деформация параметрлерінің өзгеруін бағалау / Труды республиканской научно-практической конференции «Машановские чтения». – Алматы: ҚазҰТУ, 2015. -С.202-206.

Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Әсетқызы А., Әбен А.С.

Обработка результатов высокоточного нивелирования на геодинамическом полигоне

Резюме. Приведены этапы математической обработки результатов высокоточного нивелирования, рассмотрены деформации земной поверхности и геодезические решения изменений их деформаций во времени. Также приведены вычисление разности отметок нивелирных знаков в районе месторождения и современные скорости движения земной поверхности и расчеты величин вертикальных составляющих векторов. Был составлен современный график скорости движения каждой линии повторного нивелирования.

Сгущенные места изолиний показывают качественные и количественные значения территориального распространения растяжения и сжатия изучаемой площади. На основании совместного анализа составленных картосхем по циклам повторного нивелирования определена возможность изучения временного развития процесса деформации. На основании составления картосхем по данным повторного нивелирования на геодинамическом полигоне показана правильность получения величин разности превышений одноименных реперов.

Ключевые слова: нивелир, высокоточный нивелир, рейка, репер, геодинамический полигон, деформация, картосхема.

Kalybekov T., Zhakypbek Y., Assetkyzy A., Aben. A.S.

Processing of results of high-precision leveling on a geodynamic range

Summary. The article presents the stages of mathematical processing of the results of high-precision leveling, the deformations of the earth's surface and geodetic solutions to the changes in their deformations in time are considered. Also, the calculation of the difference between the marks of level marks in the area of the deposit and the current speeds of the earth's surface movement and calculations of the values of the vertical components of the vectors are given. An up-to-date graph of the speed of each line of re-leveling was compiled.

The thickened isolines show the qualitative and quantitative values of the territorial distribution of the stretching and contraction of the area under study. On the basis of a joint analysis of the compiled charts on the cycles of re-leveling, the possibility of studying the temporal development of the deformation process is determined. Based on the compilation of the charts based on the data of the re-leveling on the geodynamic range, it is shown that the difference in the excess of the same reference frames is correct.

Key words: level, high-precision level, rake, bench, geodynamic range, deformation, map.

ӨОК 539.2:669.162

А.М. Искакова, Ж.Ж. Омирбекова, Ж.С. Лукманова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ,
Алматы, Қазақстан Республикасы, (iskakova1979@mail.ru))

**КОМІР ЖӘНЕ БИОМАССАЛАРДЫҢ ФИЗИКА – ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН
ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ**

Андатпа. Бұл мақалада өнеркәсіптік жану жүйелерінде пайдаланатын электрсүзгілерін моделдеу және талдауды талқылаймыз. Мақалада басқару жүйесінің тиімділік есебін шешу үшін жану бөлшектерінің сандық тәуелділігіне және физико-химиялық қасиеттеріне аса назар аударамыз.

Түйін сөздер. Электр сүзгілер, жану бөлшектері, диагностикалау, биомасса.

Қазақстан Республикасының және шетелдік өнеркәсіптерде әртүрлі өндірістік энергетика саласындағы көмірді ұсақтап жағудың дәстүрлі технологиясы кең таралған және экологиялық технологиялық мәліметтердің тиімділігін арттыру үшін өте маңызды болып табылады.

Негізгі экологиялық технологияның өнеркәсіптік газдарды тазалау үшін электрофилтрді пайдалану болып табылады және тиімділігін арттырудың бір ықтимал жолы осы болып табылады.

Электрсүзгі газ ағымының температура диапазонының кең ауқымдылығымен, сонымен қатар ең кіші гидравликалық кедергі ағымымен, тиімділігімен сипатталады.

Олар атмосфералық қысым кезінде де, жоғарғы және төменгі атмосфералық қысым кезінде жұмыс істеуге арналған және 100 ден 0.01мм мөлшерге дейін бөлшектер жинайды, олар қышқылдар, сілтілер және басқа да агрессивті ортадан, төзімді материалдардан болуы мүмкін [1].

Соңғы кездері шетелдік өнеркәсіптерде жылу энергетикалық кешендерде көмірді жағудың дәстүрлі технологиясының орнына көмірді ұсақау мен биомассаны біріктіріп жағу қолданылады.

Жылу және электр қуатын өндіру үшін көмірді ұсақау мен биомассаны біріктіріп жағу үшін мынадай бірқатар артықшылықтарды қамтиды:

- енгізу үшін □күрделі шығындарды төмендету;
- негізінде өндірілген биомасса энергияны пайдалану жұмысын жояды;
- отын жылуын реттік пайдалануында жоғары тиімділікке ие боламыз;
- күкірт оксидтері, азот, аэрозольдармен атмосфераның ластануын азайтады;
- жинақталған энергия құны азаяды;
- жылыжай көмірқышқыл газының шығарындыларын азайту.

Алайда, кейбір эксперименттік зерттеулер биомасса құрамының сипаттамасы жылу электр станциясында көмірді пайдаланумен салыстырғанда (электр сипаттамаларының елеулі ауытқуы; өте тұрақсыз ылғалдылығы; ластанудың, шлактардың және тіпті кейбір биомасса үшін - коррозиялық қасиеттерінің жоғарылығы және т.б.) түбегейлі өзгеріс бар екенін сипаттап көрсетті және де электрлі газ тазалаудың технологиялық параметрлерін алу қиындау және шектеу талап етеді.

Тұтастай алғанда, өнеркәсіптік газдарды құрайтын отынның жану нәтижесінде биомасса өзінің сипаттамаларына қарай биомассаның түріне байланысты айырмашылығы ылғалдылық бойынша ғана емес бір қатар жағдайларда және азот құрамы, күлденуі бойынша қалыптастырады.

Технологиялық үрдістерді атоматтандыру бойынша өндірістік газдарды, шашылған бөлшектерді азайту үшін мұхият құрамын оқып, сондай-ақ тікелей сипаттамаларын пайдаланып орта шамамен жобалап көрсету қажет.

Зерттеу

Жоғарыда айтылып кеткендерге сүйенсек биомассаның химиялық құрамы бойынша зерттеу жүргізуіміз қажет.

Ұсақталған көмір мен биомассаны бірлестіре жағу үрдісінің мәселесі ол биомассаның мөлшерлеп салған санына өте қатысты болып келеді.

1 және 2 кестеде биомассаның жиі қолданылатын негізгі физико – химиялық құрамы ұсынылған. Салыстыру үшін сондай-ақ тас және қоңыр көмір параметрлері келтірілген.

1-кесте. Көмірдің және әртүрлі биомассалардың жұмыс күйіндегі физика-химиялық қасиеттері (белгісіз) [2]

Отынның түрі	Жалпы ылғалдылық	Күл	Калориялық мән	Күкірт	Азот	Хлор	Фтор
	%	%	кДж/кг	%	%	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Ағаш брикеттері (бөліктері)	3,8-14,1	0,3-28,7	15212-19742	0,01-0,21	0,08-0,19	0,091	b.d.
Шайр бөліктері	9,7	5,2	15231	0,14	b.d.	b.d.	b.d.
Түйіршіктер	3,6-12	1,2-3,2	16512-17281	0,02-0,23	0,11-1,13	b.d.	b.d.
Үгінділер	39,1-47,3	1,3	5267	0,05-0,02		b.d.	b.d.
Ағаш қабығы	38,4-48,1	3,9-14,7	7947-11796	0,06-0,07	0,28-0,33	0,02	b.d.
Ағаш шаңы	3,8-6,4	2,4-17,1	15212-19148	0,12-0,21	b.d.	b.d.	0,001-0,003
Майдаланған ағаш (85мм)	42,4	0,5	8957	0,03	0,06	b.d.	b.d.
Ет-сүйекті ұнтақ	1,6-4,3	23,8-31,5	16529-19049	0,39-0,57	b.d.	b.d.	b.d.
Қоңыр көміртек биомассасы	53,2-55	8,6-15,3	7575-8929	0,45-0,75	0,3-0,41	0,003	0,001
Қоңыр көмір	53,1	17,3	9155	0,78	0,24	0,007	0,002
Шламдар	64,5-83	31,5-46,5	285-2245	0,16-0,46	b.d.	0,0017-0,036	b.d.

Бұл жұмыс күйінде биомасса калориялық өте кең диапазонда ауытқиды, және 20МДж / кг (ағаш брикеттер, сүйек ұнының ет) дейін жетуі мүмкін, бұл көруге оңай.

Биомассаның жұмыс күйінің жылыту құны өте кең диапазонда өзгеріп отырады ол (ағаш брикеті, ет-сүйек ұнтағы) 20 МДж/кг жетуі мүмкін.

Жиі пайдаланылатын майдаланған ағашты калориялық әрекеттесу мәнінің қатынасы төмен салыстырмалы төмен калориялы мәні (көлем бірлігі шамамен 9МДж/кг) бар.

Бұл жоғарғы транспорттық шығындардың салдарының қаржылық тартылымдылығын төмендетеді, сол сияқты жылу энергиясын бірдей мөлшерде өңдеу қазандықтың үлкен жану мөлшерін қамтамасыз ету үшін қажет [3].

Отын құрамындағы судың мөлшері ылғалдылық болып табылады, тікелей жылу алмасу қабілеті мәні азайтады.

2-кесте. Көмірдің және әртүрлі биомассалардың жұмыс күйіндегі физика-химиялық қасиеттері(ұшатын заттардың құрамы, күл және құрғақ күйдегі ыстық қатты салмақтың белгіленуі) [4]

Параметрлер	Тас көмір	Шайр	Алып мискантустары	Бук ағашы	Ива	Мальва
1	2	3	4	5	6	7
Ылғалдылық құрамы, %	2,8	10,6	7,6	b.d.	8,49	b.d.
Ұшатын бөлшектер құрамы	34,7	74,4	78,2	83,2	75	83,5
Күл %	8,25	6,1	4,9	0,34	2,77	5,43
Күл құрамы%						
Тұрақты салмақ жаңуы	57,1	19,9	17	16,5	22,23	b.d.
Қарапайым анализ, %						
Көмір						
Сутегі						
Азот	1,28	0,4-0,8	0,08-0,51	0,13	1,26	0,13-0,21
Күкірт	0,94	0,05-0,11	0,04-0,26	<0,05	0,007	0,018
Хлор	0,128	0,4-0,73	0,15-0,25	<0,1	0	0,016
Оттегі	11,1	40,4	39,1	45	44,2	40,38
C/H	12,87	10,53	11,52	8,54	8,44	7,77
Күлді талдау (күлдің қатысты%)						
SiO ₂	43,7	56,2	70,6	15,2	50,23	6,22
Al ₂ O ₃	24,7	1,2	1,1	2,65	2,01	0,57
TiO ₂	0,97	0,06	0,06	0,26	0,12	0,3
Fe ₂ O ₃	10,2	1,2	1,0	3,8	3,47	1,45
CaO	5,8	6,5	7,5	37,3	23,81	81,24
MgO	3,8	3,0	2,5	8,5	4,56	4,81
SO ₃	5,7	1,1	1,7	3,0	2,22	0,22
Na ₂ O	0,86	1,3	0,17	3,0	0,85	0,76
1	2	3	4	5	6	7
K ₂ O	3,22	23,7	12,8	8,6	11,97	4,11
P ₂ O ₅	0,27	4,4	39,1	45,0	b.d.	b.d.
Күлді ұнтақтың жеңілденген температурасы 0C	1380	1140	1170	1420	1200	1370

Matlab ортасында Curve Fitting Toolbox қосымшасының көмегімен моделдеу

Cftool қосымшасы және функциясының графикті интерфейсі

Curve Fitting Toolbox құрамына cftool қосымша графикалық интерфейс тұтынушысына кіреді, сондай-ақ жоғарыда көрсетілген әрекеттердің барлығын шығаруға, параметрлік моделді анықтау үшін, параметрді таңдау, талдау тәсілінің жарамдылығы, операциялар мен нәтиженің графикалық бейнеленуіне мүмкіндік береді.

Cftool қосымша бағдарламасын қолданушыға келесі мүмкіндіктерді береді:

1. MATLAB ортасында анықталған векторлар жұмысын анықтауға салмағын және мәліметтерді сырттан енгізу;
2. MATLAB жұмыс ортасында талдау және алған шешімін жуықтап экспорттау;
3. Жұмысты жалғастыру үшін соңғы файлды сақтау;
4. Графикалық бейнелену шешімі үшін cftool қосымшасын пайдаланбай және cftool әдісі арқылы таңдалған баскада визуализацияланған файл функциясы m-файлды генерациялау үшін мәліметтерді пайдалануға мүмкіндігі бар.

Cftool қосымшасында бір мезгілде бір ортаны іске қосу мүмкіндігі:

1. Бірнеше мәліметтер жиынтығын;
2. Әр жиынтығын әртүрлі жуықтап;
3. Әр түрлі ережелерге сәйкес бастапқы ішкі жиынтығы жойылғаннан кейін алынған ішкі деректер мәліметін.

Cftool қосымшасының жұмысы үшін MATLAB білімін талап етпейді, барлық негізгі операциялар графикалық интерфейс пайдаланушы арқылы орнатылады. Мысалы өзінің қосымшасын өңдеуде, жуықталған параметрлік моделдердің мәліметін, міндетін, шешімін түсіндіруді талап еткенде Curve Fitting Toolbox құрамына кіретін функцияларды пайдалануы мүмкін.

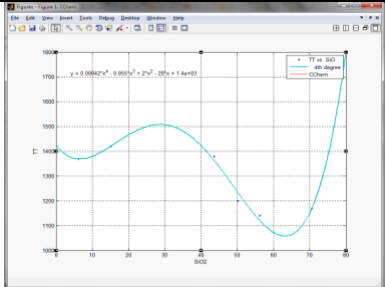
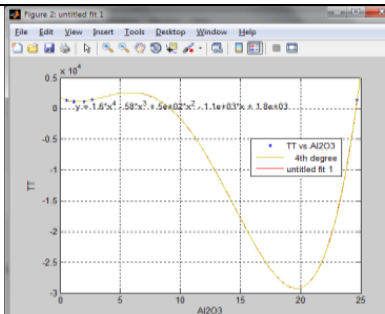
Әртүрлі опцияны, параметрлерді таңдап және жобамен жақын қажетті критерилерді есептеп және параметрлік моделдерді өңдеу

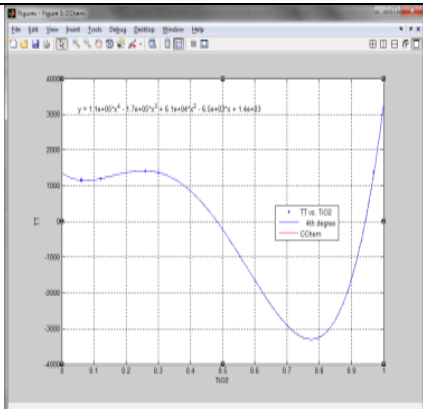
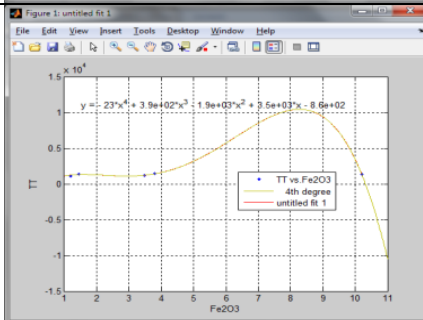
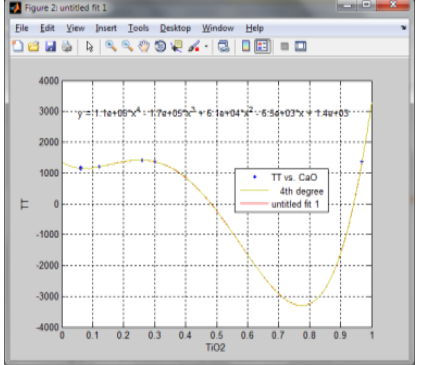
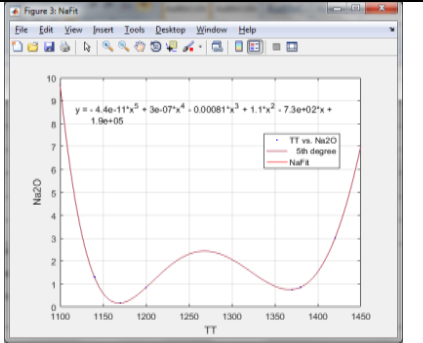
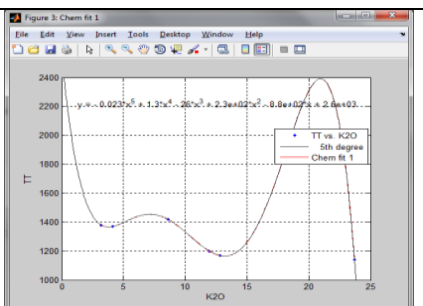
Модельдеу мақсаты биогаздың физика-химиялық құрамын талдауын күрделі математикалық кешенде өндеу жолымен құрғақ электрсүзгіштің (ПЭК) қызметін тиімділігін арттыру болып табылады. Газды тазалау динамикасын талдау математикалық моделінде мұхият болу қажет. Газ бөлшектерінің құрамын және функционалды температурасының қатынасы математикалық қатынаста өндеу полиномдарының негізгі жақындасуына рұсат береді және де одан әрі, кедергі бөлшектер бойынша температура динамикасын анықтайды. Осылайша, негізгі өңделген модель оңтайлы басқаруға көмектеседі. Уақыт шайқу(қағу) және кернеуді беру ретінде.

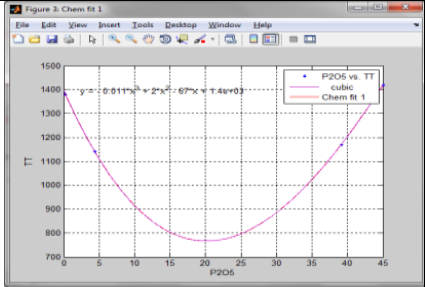
Моделдеу негізінде объекте алынған экспериментті мәліметтер арқылы жүргізілді. Кіріс деректер ретінде күлді ұнтақтың жеңілденген температурасы $^{\circ}\text{C}$ және қарапайым, күрделі талдау (%) бөліктері температураға қатысты болды.

Математикалық аппараттар көмегімен әртүрлі типті отын және 3-кестеді көрсетілген функционалды қатынасқа байланысты моделді алдық.

3-кесте. Зерттеулердің нәтижесі

№	Күлді жұмсарту температура-сы. Күл $^{\circ}\text{C}$	1380	1140	1170	1420	1200	1370	Қатынастық графиктер
1	SiO ₃	$y = 0.0042 \cdot x^4 - 0.055 \cdot x^3 + 2 \cdot x^2 - 20 \cdot x + 1.4 \cdot 10^3$						
2	Al ₂ O ₃	$y = 1.6 \cdot x^4 - 58 \cdot x^3 + 5 \cdot 10^2 \cdot x^2 - 1.1 \cdot 10^3 \cdot x + 1.8 \cdot 10^3$						

3	TiO ₂	$y = 1.1e+05 \cdot x^4 - 1.7e+05 \cdot x^3 + 6.1e+04 \cdot x^2 - 6.5e+03 \cdot x + 1.4e+03$	
4	Fe ₂ O ₃	$y = 23 \cdot x^4 + 3.9e+02 \cdot x^3 - 1.9e+03 \cdot x^2 - 3.5e+03 \cdot x - 8.6e+02$	
5	CaO	$y = 1.7e+05 \cdot x^4 - 1.7e+05 \cdot x^3 + 6.1e+04 \cdot x^2 - 6.5e+03 \cdot x + 1.4e+03$	
6	Na ₂ O	$y = -1.248 \cdot x^5 + 4.046 \cdot x^4 + 3.057 \cdot x^3 - 5.408 \cdot x^2 - 1.119 \cdot x + 2.379$	
7	K ₂ O	$y = 0.023 \cdot x^5 + 1.3 \cdot x^4 - 26 \cdot x^3 + 2.3e+02 \cdot x^2 - 8.8e+02 \cdot x - 2.6e+03$	

8	P2O5	$y = 0,011 \cdot x^3 + 2 \cdot x^2 - 67 \cdot x + 1.4 \cdot 10^3$	

Нәтижелері

Аппроксимирленген функциялар көмегімен алынған теңдеулер

Қорытынды

Жоғарыда көрсетілген айырмашылықта көмір және биомассалардың физикалық және химиялық қасиетінде электр қазандығының жануынан шығатын кез-келген отынды, өндірістік газды тазалау тиімділігі қамтамасыз етілген және автоматтандыру жүйесін өңдеу қажет [4,5,6,7].

Өндірістік электр станциясында жанған биомассалардың қатты бөлшектері, қолайсыз өнімдерінің жану құрамының салдарынан жүргізілген зерттеулер қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Олар өзімен келесілерді қамтиды [8,9]:

- Көмірді жағу үшін арналған қазандықта әр түрлі отынның жануын;
- жану камерасының, және олардың өзін-өзі ламинация үрдісіне жеткізілетін отынның жеткіліксіз араластыруы;
- биомассалар сынығының нашар реттелуі;
- көмірмен салыстырғанда биомассалардың мөлшерінің деңгейі өте жоғары;
- отынның физика химиялық қасиеті (биомассалардың қатынастық ылғалдылығы көбнесе жоғары, ұшатын бөлшектер құрамы және отынның жылуалмасу әрекетінің әртүрлі мәні);
- Жанғыш бөлшектер құрамы әсеріне көңіл бөлмегендіктен қазандық және қыздырғыштың тиімді жұмысының жоқтығы;
- Қоспалардың жануында отын/ауа қатынасының дұрыс еместігі;
- Жану камерасына аз уақыт көлемінде бөлшектердің келуін;
- Толықтай жанбаған ұшатын күл және шлак размерін он-лай арқылы өлшей алмайтынымыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Niewczas B., Kita M.: Optymalizacja procesyw spalania z wykorzystaniem ciągłego pomiaru przepływu mieszanki pyłowo-powietrznej, Energetyka 11/2004, 731-737.
- [2] Wisz J., Matwiejew A.: Biomasa-badania w laboratorium w aspekcie przydatności do energetycznego spalania, Energetyka 9/2005, 631-636.
- [3] Khan A.A., de Jong W., Jansens P.J., Spliethoff H.: Biomass combustion in fluidized bed boilers: Potential problems and remedies, Fuel Processing Technology 90/2009, 21-50.
- [4] Golec T.: Wspylspalanie biomasy w kotłach energetycznych, Energetyka 7-8/2004, 437-445.
- [5] Pyssa J.: Prawne i ekologiczne aspekty wspylspalania biomasy z węglem, Polityka Energetyczna 2/2005, 95-105.
- [6] Rubio B., Izquierdo M. T., Mayoral M. C., Bona M. T., Martinez-Tarazona R. M.: Preparation and characterization of carbon-enriched coal Fly ash, Journal of Environmental Management 88/2008, 1562-1570.
- [7] Zamorowski K.: Wspylspalanie biomasy w kotle rusztowym (na przykładzie badanego obiektu), Energetyka 1/2006, 41-46.
- [8] Popiel P.: Wpływ wspylspalania biomasy z pyłem węglowym na stratę niedopału, Prace Instytutu Elektrotechniki 249/2011, 69-80.
- [9] Wyjck W., Popiel P., Ławicki T.: Analiza wzrostu zawartości części palnych w popiele i żużlu przy wspylspalaniu biomasy z pyłem węglowym, Polska inżynieria środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej, Polska Akademia Nauk Komitet Inżynierii Środowiska T3, Lublin 2009, 273-278.

Искакова А.М., Омирбекова Ж.Ж., Лукманова Ж. С.

Исследование и анализ физико-химических свойств угля и биомассы

Резюме. В статье обсуждается моделирование и анализ электрофильтров, которые используются в промышленных системах горения. В статье был сделан акцент на численные зависимости и физико-химические свойства сгорания частиц для эффективного решения задач управления системой.

Ключевые слова: электростатический фильтр, сгорание, диагностика, биомасса.

Iskakova A., Omirbekova Zh., Lukmanova Zh

Research and analysis of physical and chemical properties of coal and biomass

Summary The paper discusses modelling and analysis of electrostatic precipitator (ESP) used in industrial combustion processes. The main emphasis was put on numerical dependencies and physiochemical properties for effective combustion system control.

Key words: electrostatic precipitator, combustion, diagnosis, biomass.

УДК 536.483

А.А. Генбач, Н.О. Джаманкулова

(Алматинский университет энергетики и связи,
Алматы, Республика Казахстан, dnellya@mail.ru)

ПЛОТНОСТЬ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ КИПЕНИИ ОДИНОЧНОГО ПАРОВОГО ПУЗЫРЯ В ЯЧЕЙКАХ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ

Аннотация. Предложены и исследованы математические и физические модели процесса кипения одиночного центра активации как источника генерации усталостных трещин на теплообменных поверхностях теплоэнергоустановок, покрытых капиллярно-пористыми структурами. Получены параметры и характеристики процесса теплообмена и дан их анализ. Рассмотрены уравнения нестационарной теплопроводности при микро-слоевом испарении пленки жидкости, находящейся под паровым пузырем, и для предельного состояния поверхности, покрытой пористой структурой, для различных граничных условий. Параметры процессов, также как глубина захолаживания и индивидуальная плотность тепловой нагрузки, определены экспериментально, в том числе оптическими методами исследования. Исследование относится к предельному состоянию поверхности с целью подбора вида капиллярно-пористых покрытий.

Ключевые слова: кипение; одиночный паровой пузырь; капиллярно-пористая структура; степень перегрева; теплообмен.

Введение

Процесс кипения жидкости применительно к одиночному (индивидуальному) паровому пузырю, генерируемого в отдельных ячейках капиллярно-пористых структур, представляет интерес для переходных режимов работы тепловых энергетических установок. В центрах активации паровых пузырей, рождаемых взрывом, зарождаются опасные трещины усталости, которые накапливаясь, приводят к аварийному состоянию котлотурбинное оборудование электростанций. Тем более, параметры одиночных паровых пузырей могут на порядки превосходить параметры их среднеинтегральных значений.

Необходимо определить временные τ зависимости средней глубины захолаживания $\bar{h}$, на которую распространяется фронт температурного возмущения в парогенерирующей поверхности и осредненный локальный тепловой поток $\bar{q}$, отбираемый индивидуальным паровым пузырем. Считаем, что при координате r от центра активации пузыря устанавливается «сухое» пятно с радиусом $R_{\text{сп}}$, а жидкостная пленка под пузырем будет иметь постоянную толщину δ_0 с учетом α к поверхности, и временем ее полного испарения τ_0 . Питание микрослоя осуществляется подтеканием относительно холодной жидкости за счет капиллярных и массовых сил $\Delta P_{g+\text{кап}}$. Все эти величины определяются при фиксированном значении перегрева жидкости P

$$P = \frac{4c\rho(T_0 - T_s)\lambda}{3r'\rho'\lambda'},$$

где C, ρ, ρ' – теплоемкость стенки, плотность стенки и жидкости; r' – теплота парообразования; λ, λ' – теплопроводность стенки и жидкости; T_0 – начальная температура жидкости на стенке (при $\tau = 0$); T_s – температура насыщения.

В безразмерном виде функции имеют вид:

$$\bar{h} = \frac{h\lambda'}{\delta_0\lambda}; \quad \tilde{q} = \frac{q\delta_0}{\lambda'(T_0 - T_s)} = \frac{q}{q_0}; \quad q_0 = \lambda'(T_0 - T_s) / \delta_0,$$

$$q = 2q(0, \tau) = 2[T_0 - T(0, \tau)] \frac{\lambda}{h}; \text{ либо } q = \lambda'[T(0, \tau) - T_s] / \delta. \quad (1)$$

Аргументом является безразмерное время $t = \frac{a\tau(\lambda')^2}{(\delta_0\lambda)^2}$,

где a – коэффициент температуропроводности.

Безразмерное время также может быть определено как $\tilde{t} = \frac{t}{t_p}$, где t_p – время, необходимое для

полного испарения пленки при данном значении теплового параметра P , т.е. $t_p = f(P)$. Эта зависимость рассчитывается при $y = 1(\delta = 0)$, где $\bar{y} = 1 - \bar{\delta}$; $\bar{\delta} = \delta / \delta_0$.

Для кипения жидкости в большом объеме аналогичные модели рассматривали многие исследователи [1 - 3].

Модель процесса теплообмена

Для кипения жидкости в большом объеме на гладкой поверхности для одиночного парового пузыря изучался нестационарный теплообмен при микрословом испарении пленки жидкости, находящейся под паровым пузырем. Теплота подводилась из аккумулирующего объема парогенерирующей поверхности, которая принимается как бесконечная пластина толщиной δ_{nl} . Поверхность тела считается полуограниченной ($\delta \rightarrow \infty$) [1 - 3].

Распределение температур по толщине пленки δ принимается линейное, т.е.:

$$\delta = \delta_0 - \frac{\lambda'}{r'\rho'} \int_0^\tau \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} d\tau, \quad (2)$$

при $x = -\delta_0, T = T_s$;
 $x = 0, T = T_0$.

Температурное поле в пластине описывается одномерным уравнением теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (3)$$

Начальные условия: $0 \leq x \leq \delta_{nl}, \tau = 0, T(x, 0) = T_0$.

Граничные условия:

$$x = 0, \tau \geq 0, \lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} = \lambda' \frac{T(0, \tau) - T_s}{\delta};$$

$$x = \delta_{nl}, \tau \geq 0, \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=\delta_{nl}} = 0.$$

Поставленная нелинейная задача нестационарной теплопроводности решается интегральным методом [1,2] для области $0 < x < L$ при $\tau < \tau_k$ (полуограниченное тело), где за время полного испарения пленки жидкости τ_k , когда фронт температурного возмущения, распространяясь в твердом теле, не достигает толщины пластины δ_{nl} .

Модель процесса теплообмена при наличии капиллярно-пористого покрытия

Модель процесса теплообмена, описываемая уравнениями (1-3), применима для отдельного (одиночного) парового пузыря, растущего в ячейке капиллярно-пористой структуры, причем жидкостная пленка находится под паровым пузырем в области $0 \leq r \leq R_{сн}$, а при $r = R_{сн}$, устанавливается пленка постоянной толщины δ_0 , испарение которой компенсируется подтеканием свежих порций относительно холодной жидкости за счет капиллярных и массовых сил $\Delta P_{g+кан}$ [4].

Отличительной особенностью поставленной задачи будет то, что закон роста парового пузыря иной, чем при кипении на гладкой поверхности [5]. Тогда величины δ_0, τ_0, δ , входящие в функции

$\bar{h} = \bar{h}(\delta_0, \delta, \theta)$, $\tilde{q} = \tilde{q}(\delta_0, h, \theta, \delta, \tau)$, будут определяться из закона роста парового пузыря ячейках капиллярно-пористой структуры.

Выражения искоемых функций $\tilde{q}, \bar{h}, \bar{\delta}, \bar{\theta}$ в обозначениях (1) получаются путем решения уравнений (2) и (3):

$$\tilde{q} = \frac{2\theta}{\bar{h}} \text{ и } \tilde{q} = \frac{1-\theta}{\bar{\delta}}; \quad \bar{\delta} = 1 - \frac{p\theta\bar{h}}{4}. \quad (4)$$

Величины θ и $\bar{h}$ в зависимости от $\bar{\delta}$ имеют вид:

$$\theta = -\frac{1-\bar{\delta}}{p\bar{\delta}\left[1-\sqrt{1+\frac{2p\bar{\delta}}{1-\bar{\delta}}}\right]}; \quad \bar{h} = \frac{2(1-\bar{\delta})}{p\sqrt{1+\frac{2p\bar{\delta}}{1-\bar{\delta}}}}. \quad (5)$$

Для решения задачи (3) пользуются интегральным методом Кармана-Польгаузена, которую используют в теории пограничного слоя (глубина захлаживания является аналогом толщины пограничного слоя в гидродинамике). Тогда интегрирование приведенного обыкновенного дифференциального уравнения имеет четыре решения в зависимости от параметра P : 1) $P=0$, $\bar{y} = 0$; 2) $0 < P < 1/2$; 3) $P = 1/2$; 4) $P > 1/2$.

Для анализа величин рассчитаем степень перегрева жидкости P для меди и нержавеющей стали при различных давлениях и температурных напорах.

Для капиллярно-пористой системы, практическое значение представляет случай, когда величина $P > 0.5$.

Рассчитаем для атмосферного давления изменение величины $\bar{h}_k = h_{n,l}\lambda' / \delta_0\lambda$ для характерных толщин поверхностей нагрева, применяемых на практике (табл.1), когда $\delta_0 = 10 \cdot 10^{-6}$ м (здесь $h_{n,l} = \delta_{n,l}$):

Таблица 1. Расчетные значения относительной толщины стенки $\bar{h}_k$

толщина стенки $h_{n,l} = \delta_{n,l}$, 10^{-3} м			
	1	5	10
Медь	0.163	0.825	1.68
Нержавеющая сталь	3.98	19.9	39.8

Таким образом, для капиллярно-пористых структур, работающих в широкой области давлений (0.1 - 200) бар, и покрывающих поверхности нагрева из меди и нержавеющей стали, получим для $P > 0.5$ и $\delta_1 = 0$, $\delta_2 = \bar{\delta}$, распределение толщины пленки $\bar{\delta} = 1 - \bar{y}$ в области $0 \leq r \leq R_{cn}$, которое отличается от работы [3]:

$$2p\bar{y} + \frac{1-2p}{2}\bar{y}^2 + 0.393\frac{(2p)^2}{(2p-1)^{3/2}} + \frac{\sqrt{2p}}{2}\bar{y}^2\sqrt{\frac{1}{\bar{y}} - \frac{2p-1}{2p}} - \frac{(2p)^{3/2}}{4(2p-1)} \times$$

$$\times \left[\bar{y}\sqrt{\frac{1}{\bar{y}} - \frac{2p-1}{2p}} + \sqrt{\frac{2p}{2p-1}} \arctg \frac{\sqrt{2p}\sqrt{\frac{1}{\bar{y}} - \frac{2p-1}{2p}}}{\sqrt{2p-1}} \right] = \frac{3}{4}p^2t. \quad (6)$$

Для построения графиков удобно безразмерное время t отнести к безразмерному времени $\tilde{\tau}_0$, соответствующему моменту полного испарения пленки жидкости при $r = R_{cn}$, $\bar{\delta} = 0$,

$$\tilde{\tau}_0 = \frac{a\tau_0}{\delta_0^2} \left(\frac{\lambda'}{\lambda}\right)^2; \quad \tilde{t} = t / \tilde{\tau}_0,$$

где величины $\tau_0, \delta_0, R_0, R_d, R_{cn}, \theta', \alpha$ определены нами экспериментально для термогидравлических характеристик паровых пузырей, растущих в ячейках капиллярно-пористых структур [4-14].

Величины отрывного радиуса пузыря в ячейках структуры R_0 с учетом недогрева и скорости потока R_d определены в работе [5].

Зависимости $\bar{h}$ и $\tilde{q}$ для степеней перегрева жидкости, имеющих практическое значение в проведенных исследованиях [8, 12, 15] будут иметь вид, показанный на рис. 1.

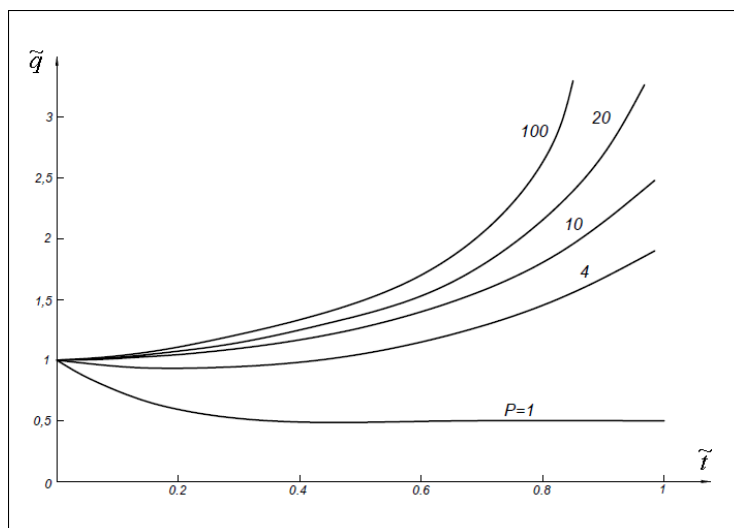


Рис. 1. Зависимость индивидуальной плотности теплового потока $\tilde{q}$ в окрестности основания парового пузыря от времени $\tilde{t}$, растущего в ячейках пористой структуры.

Отметим крутую зависимость времени $\tilde{t}_0$ от параметра перегрева жидкости P . При больших перегревах ($P > 10$) толщина пленки жидкости $\bar{\delta}$ и величина θ в окрестности $0 \leq r \leq R_{\text{сп}}$ для фиксированного значения $\tilde{t}$ слабо зависят от P . Глубина захлаживания $\bar{h}$ при $P > 10$ для любого значения $\tilde{t}$ меньше единицы и с ростом P стремится к нулю. Индивидуальная плотность теплового потока $\tilde{q}$ остается меньше единицы при $P \leq 2$. Для области $2 < P \leq 100$ в диапазоне $\tilde{t} = 0 - 0.9$, величина $\tilde{q} = (1 - 3.25)$. При $\tilde{t} \rightarrow 1$, величина $\tilde{q} \rightarrow 50$ для $P = 100$.

Из выражения

$$\tilde{q} = 1 - \theta + \frac{1}{2} P \theta^2 \quad (7)$$

минимальное значение $\tilde{q}$ будет иметь место при $\frac{\partial \tilde{q}}{\partial \theta} = 0$, $\theta = \frac{1}{P}$, т.е. $\tilde{q}_{\min} = 1 - \frac{1}{2} P$.

При $P < 1$, $\tilde{q} < 1$ и величина $\tilde{q}$ непрерывно убывает вплоть до $\tilde{t} = 1$. Для случая, когда $1 < P \leq 10$, величина $\tilde{q}$ убывает при $\tilde{t} = 0.1 - 0.6$.

При больших же значениях $\tilde{t}$ величины $\tilde{q}$ будут непрерывно возрастать. Увеличение $\tilde{q}$ во времени, несмотря на рост θ или уменьшение температуры стенки в течение всего времени испарения пленки, связано, видимо с большей зависимостью $\tilde{q}$ от δ при величинах $P > 1$, т.е. толщина пленки уменьшается в большей степени от $\tilde{t}$, чем уменьшается температура поверхности нагрева от $\tilde{t}$.

В случае, когда $\tau > \tau_k$, интенсивность процесса испарения пленки жидкости будет меньше в (1-5) раз в зависимости от $\bar{\delta}_{\text{нл}}$, и чем $\bar{\delta}_{\text{нл}}$ ниже, тем меньше интенсивность испарения. Такое снижение будет особенно сильным для малых величин P перегревов жидкости. Величина θ может возрастать в несколько раз, а $\tilde{q}$ - уменьшаться в (1-5) раз. Поэтому для «тонких» тепловыделяющих эле-

ментов, когда $h_{nl} = \delta_{nl} < h$, необходимо учитывать через толщину пластины $h_{nl}(\delta_{nl})$ низкую теплоаккумулирующую способность поверхности нагрева.

Предельное состояние поверхности нагрева. Модель процесса

Уравнение теплопроводности (3) для предельного состояния теплообменной поверхности, покрытой капиллярно-пористой структурой в момент кризиса, будет иметь граничные условия второго рода:

$$\begin{aligned} T &= 0, \quad \tau < 0; \\ \lambda \frac{\partial T}{\partial x} &= q, \quad x = +\delta_{nl}; \\ \lambda \frac{\partial T}{\partial x} &= q, \quad x = -\delta_{nl}. \end{aligned} \quad (8)$$

Пластина толщиной $2\delta_{nl}$, когда к поверхности $x = +\delta_{nl}$, начиная с момента времени $\tau = 0$, подводится постоянный удельный тепловой поток q . Нижняя поверхность $x = -\delta_{nl}$ и боковые края – теплоизолированы [6].

Результаты и обсуждение предельного состояния поверхности

Для пластин, выполненных из меди и нержавеющей стали, имеющих гранитное капиллярно-пористое покрытие рассмотрены результаты расчетов функциональных зависимостей Q_1, Q_2, Q_3 , отвечающих соответственно плавлению поверхности, созданию предельных напряжений сжатия и растяжения [6]. Тепловые потоки рассчитаны для диапазона времени $\tau = (10^{-5} - 10^4)$ с, $Q_i = (0.1 - 20) \cdot 10^7$ Вт/м², размеры отрывающихся частиц $\delta_q = (0.02 - 1.5) \cdot 10^{-2}$ м.

Интервал времени $\tau = (10^{-5} - 10^{-3})$ с соответствует микропроцессам динамики паровой фазы в ячейках капиллярно-пористых структур: взрывообразного рождения парового зародыша [14] $R_{кр}$ до момента гибели парового пузыря $R_d = R_0$ [5, 11] и протекающим при этом процессом испарения клиновидного микрослоя δ в пузырь с развитием «сухого» пятна $R_{сп}$.

Первая аналогия процессов теплопередачи между микропроцессами $\tau = (10^{-5} - 10^{-3})$ с и макропроцессами $\tau = (10^{-5} - 10^4)$ с (процессами разрушения покрытий и подложки (металла) до температуры $T_{пл}$) показывает, что величины Q_i имеют один порядок с отводом теплоты индивидуальными пузырями (см. рис.1) (первая аналогия), что может на два порядка превышать их среднеинтегральные значения [3,4]. Несмотря на принципиальные различия в механизме разрушения металлов и хрупких покрытий, аналитическая и физическая модели позволяют провести вторую аналогию по сравнению с поведением паровых пузырей в ячейках структуры в центрах активации (возникающих трещинах усталости) $(10^{-5} - 10^{-3})$ с и в кинетике термического напряжения в хрупких покрытиях $(10^{-5} - 10^4)$ с последующим схлопыванием пузыря и растрескиванием покрытия. Третья аналогия видна из сравнения глубины проникновения $\bar{h}$ и в размере отрывающейся частицы δ_q (шелушки) при терморазрушении пористого покрытия.

Аналогичные процессы теплопередачи позволяют расширить кризисные процессы кипения, повышать надежность работы металла и подбирать вид пористых покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Cooper M.G., Vijuk R.M. Bubble growth in nucleate pool boiling. Proc. of the 4-th Internat. Heat Transfer Conf., Paris, 1970, V.5, pp. 242-243.
- [2] Carslaw H.S., Jaeger J.C., Conduction of heat in solids, Moscow, Nauka, 1964, 488 p.
- [3] Григорьев В.А., Павлов Ю.М., Аметистов Е.В. Кипение криогенных жидкостей. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
- [4] Поляев В.М., Генбач А.А., Бочарова И.Н. Локальные параметры парового пузыря в ячейке пористой структуры // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. – 1993. №2. – С. 47-52.

- [5] Поляев В.М., Генбач А.А. Скорость роста паровых пузырей в пористых структурах // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. – № 10. – С. 56-61.
- [6] Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельное состояние поверхности при термическом воздействии // ТВТ. – 1991. – Т.29, № 5. – С. 923-934.
- [7] Polyaev V., Genbach A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June, pp. 639-644.
- [8] Поляев В.М., Генбач А.А. Области применения пористой системы. // Известия вузов. Энергетика. – 1991. – № 12. – С. 97-101.
- [9] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. – 1992. – Т.38, № 6. – С. 105-110.
- [10] Поляев В.М., Генбач А.А. Теплообмен в пористой системе, работающей при совместном действии капиллярных и гравитационных сил // Теплоэнергетика. – 1993. – № 7. – С. 55-58.
- [11] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление внутренними характеристиками кипения в пористой системе // Криогенная техника и кондиционирование: Сб. трудов МГТУ. – 1991. – С. 224-237.
- [12] Поляев В.М., Генбач А.А. Применение пористой системы в энергетических установках // Промышленная теплоэнергетика. – 1992. – № 1. – С. 40-43.
- [13] Поляев В.М., Генбач А.А. Расчет тепловых потоков в пористой системе охлаждения // Известия вузов. Авиационная техника. – 1992. – № 2. – С.71-74.
- [14] Polyaev V.M., Genbach A.N., Genbach A.A. Methods of Monitoring Energy Process // Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics, avenue of the Americas. New York, 1995, V.10, April, pp. 273-286.
- [15] Генбач А.А., Гнатченко Ю.А. Системы охлаждения теплонагруженного элемента детонационного горелочного устройства – Камеры сгорания, диффузора, конфузора // Вестник КазНТУ. – Алматы. – 2007. – № 4 (61) июль. – С.87-91.

Genbach A.A., Jamankulova N.O.

Density of the heat flux at the boiling of a single steam bubble in cells of porous structures

Summary. Mathematical and physical models of the boiling process of a single activation center as a source of generation of fatigue cracks on heat-exchange surfaces of thermal power plants, covered with capillary-porous structures, are proposed and investigated. The parameters and characteristics of the heat exchange process are obtained and their analysis is given. Equations of nonstationary thermal conduction under microlayer evaporation of a liquid film under a vapor bubble and for the limiting state of a surface covered by a porous structure for various boundary conditions are considered. The parameters of the processes, as well as the depth of cooling and the individual density of the heat load, are determined experimentally, including by optical methods of investigation. The study refers to the limiting state of the surface in order to select the type of capillary-porous coatings.

Keywords: boiling; individual steam bubble; capillary-porous structure; overheat degree; heat exchange.

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.

Кеуектік құрылымды ячейкаларда бірлік бу көпіршігінің қайнауы кезіндегі жылу ағынының тығыздығы

Түйіндеме. Капиллярлық-кеуектік құрылымдармен жабылған жылу энергетикалық қондырғылардың жылу алмастыру беттерінде шаршау жарықшақтарын тудыру көзі болып табылатын бірлік белсенділік орталықтың қайнау процесінің математикалық және физикалық үлгілері ұсынылған және зерттелген. Жылу алмасу процесінің параметрлері мен сипаттамалары алынып, олардың талдауы жасалған. Кеуектік құрылыммен жабылған беттің шектік күйі үшін және әртүрлі шекаралық жағдайлар үшін бу көпіршігі астындағы сұйық қабыршығының микроабаттық булануы кезіндегі стационар емес жылу өткізгіштік теңдеулері қарастырылған. Процестің параметрлері, сонымен қатар, салқындату тереңдігі және жылулық жүктеменің жеке тығыздығы эксперимент жүзінде, соның ішінде, зерттеудің оптикалық әдістерімен анықталған. Зерттеулер капиллярлық-кеуектік жабындардың тиімді түрін таңдап алу мақсатында беттің шектік күйіне қатысты жүргізілген.

Кілттік сөздер: қайнау; бірлік бу көпіршігі; капиллярлық-кеуектік құрылым; аса қызу дәрежесі; жылу алмасу.

Я. М. Ұзақов, Б. Ш. Джетписбаева, М. О. Кожახиева, М. А. Қалдарбекова,
А. Даулетханқызы

(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
uzakm@mail.ru)

ӨСІМДІК ҚОСПАСЫ ҚОЛДАНЫП ҚОЙ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМНЫҢ ТҰЗДЫҚ ИНГРЕДИЕНТТЕРІНІҢ СІҢУІ МЕН ТАРАЛУ МЕХАНИЗМДЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Мақалада өсімдік қоспасы қолданып қой етінен жасалған ұлттық ет өнімдердің тұздау кезіндегі сіңу мен таралу механизмдері зерттелді. Зерттеу нәтижелері таңдалған тұздық ингредиенттерінің дайын өнімге жақсы әсер ететінін анықталды. Дайын өнімнің функционалды-технологиялық көрсеткіштерін жоғарлатынын дәлелденді. Қой етінен асалған ұлттық тағамдардың механикалық өңдеуден өткеннен кейін ылғал ұстағыш, ылғал байланыстырғыш және май ұстағыш қасиеттерінің жоғарлайтынын анықталды.

Негізгі сөздер: қой еті, ұлттық тағамдар, биологиялық құндылық, тағамдық құндылық, амин қышқылды құрамы, кешенді өңдеу.

Кіріспе. Қазақстан Республикасында етті өндіру ауыл шаруашылығының басты және негізгі дәстүрлі кәсібі болып табылады. Ет өнеркәсібінде өнімнің сапасы мен оның тағамдық құндылығын одан әрі арттыру, шикізатты толық және әртүрлі ақуыздық қоспаларды пайдалану, қызметкерлердің алдында тұрған ең маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта ет сапасының төменділігіне байланысты ақуыздық тамақтану, әсіресе жануарлардан алынған ақуыз ең басты мәселелердің бірі болып тұр. Ұлттық ет өнімдеріне өсімдік текті және жануар қоспаларын пайдалану арқылы олардың жоғарғы тағамдық және биологиялық құндылығын құру қажеттілігі туындайды.

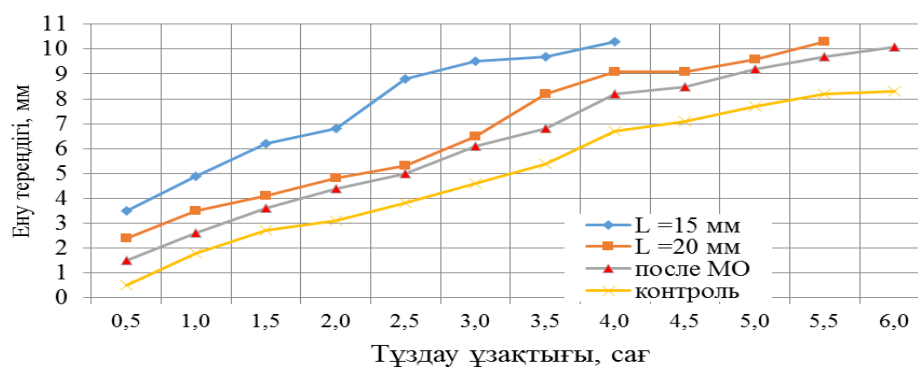
Қойдың қондылығына қарамастан, оның етінен өндірілетін өнімдердің жасап шығарылуы осы шикізатты өңдеудің қолайлы түрлерін қолданып және дұрыс пайдалануын қамтамасыз ететін технологияның жоқтығынан шектелуде.

Зерттеу әдістері. Еттің химиялық құрамын анықтау ет және ет кнiмдерінің сапасын, тағамдық құндылығын, құрамындағы ылғал, ақуыз, май және минералды заттар жайлы білуге мүмкіндік береді. Зерттеу әдістерін барлық МЕМСТ бойынша орындалды. Зерттеу объектісі ретінде жылқы еті алынды.

Зерттеу нәтижелері. Қой етінен жасалынатын ұлттық тағамдар түрлерінің тұздық ингредиенттерінің сіңуі мен таралу механизмдерін зерттеу. Қой етін тұздаудағы тұздық ингредиенттерінің сіңу динамикасының сараптамасы оны инемен түрлі ара қашықтықта тесу және механикалық өңдеу тұздықтың таралуының сіңу сипатын көрсетеді: жедел, үдемелі сіңу, сосын процесстің бәсеңдеуі және қайта үдемелі сіңуі, айта кету керек, барлық үлгілерде тескілеудің ара қашықтықтарын жиілете отырып, сондай ақ механикалық әсер етуден кейін тұздықтың сіңу жылдамдығын тездетуге болады.

Барлық үлгілерде тұздықтың барынша таралу жылдамдығы тұздаудың алғашқы 60 минутын да байқалады. Мысалы «Ұлытау» үлгісінде сіңу тереңдігі $3,5 \pm 0,14$ мм және $2,6 \pm 0,13$ мм тиісінше тескілеудің ара қашықтығының $l_1 = 15$ және $l_2 = 20$ кезінде және механикалық өңдеуден кейін ол $4,9 \pm 0,18$ мм құрайды. Тұздаудың 120 минутына қарай тұздық ингредиенттерінің сіңу жылдамдығы бәсеңдейді.

Механикалық өңделген үлгілер барлық жағдайда тұздық ингредиенттердің жоғары сіңу жылдамдығына ие, яғни механикалық өңдеусіз $0,36 - 0,40$ мм/мин болса, механикалық өңделген етте $0,57$ мм/мин. 180 минуттан соң тұздық ингредиенттерінің сіңу жылдамдығының ұлғайғаны байқалады, ал 240 минуттан соң қайта бәсеңдейді. Осы уақыт ішінде механикалық өңделген үлгінің ішіне тұздықтың сіңуі 10 мм дейін жетеді, ал механикалық өңдеусіз ол 8,2 мм ден 9,1 мм дейін болады. Тескілеу арқылы етке тұздықтың сіңу жылдамдығын арттыру бақылаудағыға қарағанда тескілеудің нәтижесінде қосымша микрокапиллярлардың құрылғандығын байқатады. Тескілеу қаншалықты көп болған сайын тұздық ингредиенттерінің сіңуі де жылдам болады. Механикалық өңделген үлгілерде басқаларына қарағанда тұздық ингредиенттерінің сіңу жылдамдығы мейлінше жоғары. Бұл жағдайдағы сіңу жылдамдығының артуы - механикалық әсер беру-жаңа макро және микропор жүйесінің пайда болуы нәтижесінде ет құрылымының нативті бұзылуы есебінен жүреді. 6-8 суреттерден көріп отырғанымыздай, 6 сағат ішінде тәжірибелік үлгілердегі тұздық ингредиенттерінің сіңуі 10 мм жетті, ал басқа жағдайда тағы да қосымша уақыт қажет ететін еді.



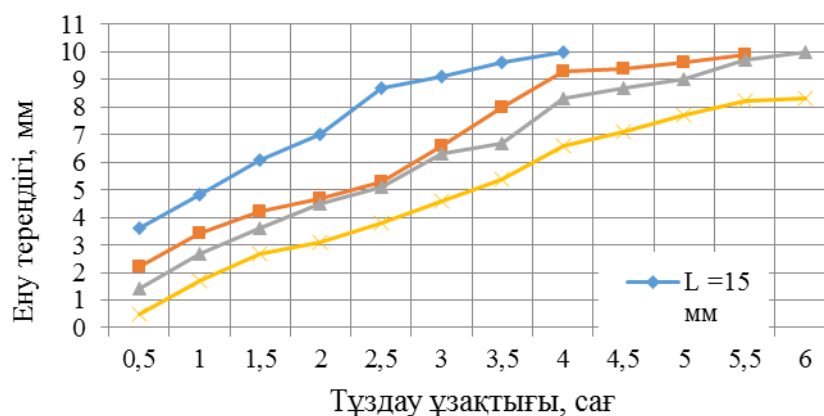
$$Y_{MO}=6E-14x^4-0,101x^3+0,3485x^2+2,19x+2,3714$$

$$Y_{15}=-0,0817x^3+0,6629x^2+0,2362x+2,3576$$

$$Y_{20}=-0,0241x^3+0,1401x^2+1,5801x+0,8051$$

$$Y_K=-0,0289x^3+0,1592x^2+1,4813x-0,0636$$

1-сүрет. Қой етінен жасалған «Ұлытау» өніміндегі тұздық ингредиенттерінің ену көрсеткіші



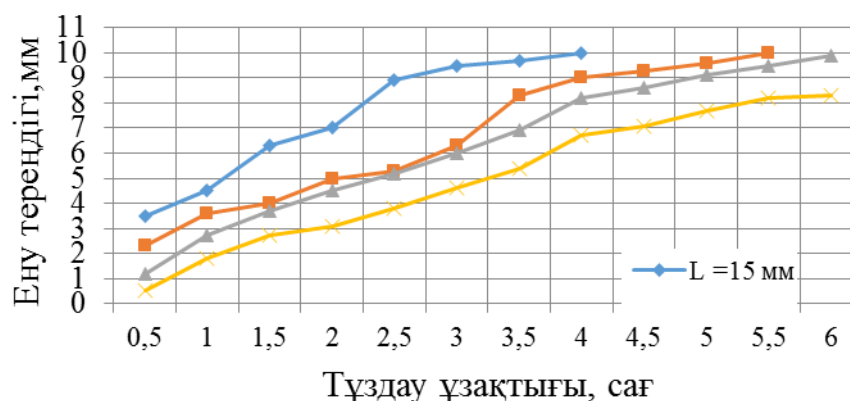
$$Y_{MO}=0,9561x^4-0,6116x^3+1,9011x^2+0,32x+3,0661$$

$$Y_{15}=-0,0998x^3+0,7869x^2+0,0669x+2,2879$$

$$Y_{20}=-0,0196x^3+0,0701x^2+1,8456x+0,6182$$

$$Y_K=-0,0289x^3+0,1592x^2+1,4813x-0,0636$$

2-сүрет. Қой етінен жасалынған «КӨК ЖАЙЛАУ» өніміне тұздық ингредиенттерінің сіңуі



$$Y_{MO}=0,0803x^4-0,9106x^3+3,0102x^2+0,9572x+3,3375$$

$$Y_{15}=-0,0864x^3+0,689x^2+0,2085x+2,3364$$

$$Y_{20}=-0,013x^3+0,0081x^2+2,1059x+0,3778$$

$$Y_K=-0,0289x^3+0,1592x^2+1,4813x+0,0636$$

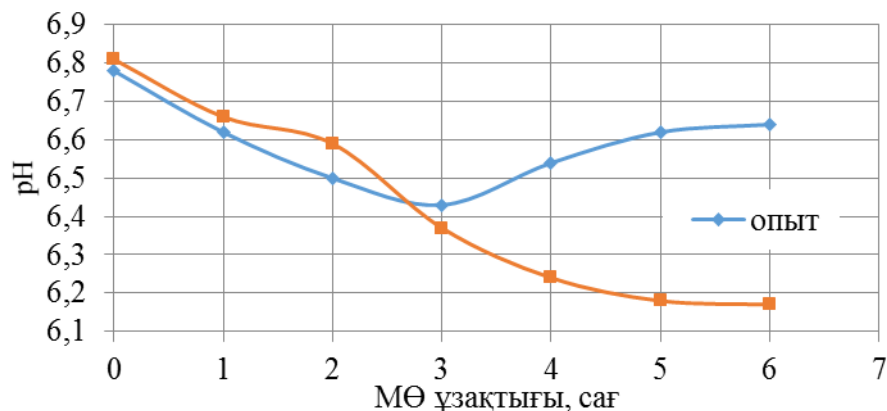
3-сүрет. Қой етінен жасалынған «ҮШҚОҢЫР» өніміне тұздық ингредиенттерінің сіңуі

Бұлшық ет талшықтарындағы автолитикалық процестердің жүруін сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі – шамасы рН, ортаның белсенді реакциясы болып табылады. Ол шикізатты іріктеп алуға және тұздалған өнімдерді шығаруда еттің жарамдылығын бағалауда негізгі роль атқарады.

рН шамасы еттің технологиялық және тұтынушылық қасиеттеріне көп әсер етеді. Сутегі иондарының концентрациясы ылғалды байланыстыратын бұлшық ет талшықтарының қабілеттілігіне қатысты белоктардың жағдайын сипаттайды. Белгілі болғандай, малды сойғаннан кейін еттің бұлшық ет талшықтарының рН шамасы кішірейіп, гликолиз процесі дамиды. Белсенді өңдеу, әсіресе электроукалау бұлшық ет талшықтарының малды сойып алғаннан кейінгі жүретін процестерді тездетеді. Электроукалау кезіндегі импульсті электр тогының әсеріндегі қой етінің бұлшық еттеріндегі мерзімдік қысқарулардың пайда болуы рН шамасының күрт төмендеуіне әкеліп соғады, гликогендер жедел түрде төмендеп, әрі қарай жоғарғы деңгейде ылғалбайландырғыш қасиеттерімен қайта қалыптасады. Электроукалауды пайдалана отырып қой етін тұздаудағы бұлшық ет талшықтарындағы өзгерістердің тез дамуы одан кейінгі механикалық өңдеу кезінде де сақталады.

Электроукалау кезінде қой етінің рН шамасы 0,3-0,4 бірлікке дейін төмендейді. Электроукалау кезіндегі тұздалған қой етінің рН шамасының төмендеу деңгейі тұздалмаған қой етінің электростимуляциялануы кезіндегімен (0,6-0,7 бірлік) салыстырғанда едәуір айырмашылығы бар. Электроукалау кезіндегі рН шамасының аздап төмендеуінің себебі - бұлшық еттердің қысқаруы кезінде оның талшықтарындағы натрий хлоридінің біркелкі таралуына әсер етіп, гликолиз процесінің бәсеңдеуінде. Электроукалаудан кейін рН шамасы электроукаламаған кездегіге қарағанда тез қалпына келе бастайды және одан кейінгі өңдеу кезінде жоғарғы деңгейде қалыптасады. Қой етін электроукалау кезінде тұздаудағы рН шамасының кейбір төмендеуі сондай ақ механикалық өңдеудің бастапқы кезеңінде де байқалады.

Алынған мәліметтер көрсеткендей электроукаланған қой етінің бұлшық еттеріндегі рН шамасының төмендеуінен кейін электроукаланбаған үлгілерге қарағанда тез өсе бастайды.



$$Y_{\text{оп}} = 0,0053x^3 - 0,036x^2 - 0,0791x + 6,8021 \quad R^2 = 0,9894$$

$$Y_{\text{кон}} = 0,0002x^5 - 0,0068x^4 + 0,0509x^3 - 0,104x^2 - 0,093x + 6,7789 \quad R^2 = 0,9864$$

4-сурет. ЭУ мен МӨ кезіндегі қой етінің (жамбас) рН шамасының өзгеруі

Бақылау және тәжірибелік үлгілердегі рН шамасының өзгеру сипаты механикалық өңдеудің бастапқы кезеңінде біршама айрықшаланады. Тәжірибелік үлгілердегі рН шамасының төмендеуі бақылаудағыға қарағанда жедел жүреді. Механикалық өңдеуден 2 сағаттан кейін бақылаудағы және тәжірибелік үлгілердегі рН шамасы тиісінше 6,50 және 6,59 ды құрады. Бірақ, механикалық өңдеуден 4 сағат өткеннен кейін тәжірибелік үлгілеріндегі рН шамасының төмендегені байқалмайды. Электроукалаудың негізінде тәжірибелік үлгілердегі натрий хлоридінің таралуы жылдам жүреді және механикалық өңдеудің бастапқы кезеңінен бастап 6 сағатта аяқталады. Үлгілердің рН соңғы шамасы бақылаудағы үлгіге қарағанда едәуір жоғары. Яғни, электроукалауды пайдалану физика-химиялық процестердің тездегілуіне ықпал етеді, одан кейінгі электроықпал сойылғаннан кейінгі қойдың бұлшық ет талшықтарындағы өзгерістердің даму ұзақтығын мейлінше қысқартады.

Зерттеу нәтижелері электроукалау мен одан кейінгі механикалық өңдеу қой етінің бұлшық ет талшықтарындағы сүт қышқылының жиналу процесін едәуір бәсеңдетуге ықпал етіп, тұздалған қой етінің рН шамасын жоғарғы деңгейде қалыпқа түсіреді.

Тұздау кезінде тұздық ингредиенттерімен бірге бір мезгілде су да таралып, тұздалған еттің ылғалдылығы мен ылғалбайланыстырғыш қасиетін (ЫБК) өзгертеді. Бұл өзгерістер шығыс көлемі, тұздалған дайын өнімнің сапасы (сөлділігі, консистенциясы, өңі, дәмі мен иісі) сияқты маңызды технологиялық мәндерге ие.

Қазіргі кезде рН шамасы мен еттің ылғалбайланыстырғыш қабілетінің (ЫБК) арасында тығыз өзара тәуелділіктің барекендігі белгілі. Сойылғаннан кейінгі кезеңде ылғалбайланыстырғыш қабілеттің төмендеуінің себебінің бірі рН шамасының бұлшық ет белоктарының изоэлектриялық жағына ауытқуы. Ылғалбайланыстырғыш қабілетте бұлшық ет талшықтарының белоктары мен еттің рН шамасына тура тәуелділік бар.

Электроукалаудың нәтижесінде ылғалбайланыстырғыш қабілеттің (ЫБК) төмендеуі байқалады. Яғни, рН шамасының жедел төмендеуі, сондай ақ актин мен миозиннің миофибриллярлық белоктарының актомиозинді комплекстің құрылуымен өзара жылдам дамуы жүреді.

Натрий хлоридінің бұлшық ет белоктарымен өзара байланысы кезінде белок зарядтарының көбейуі нәтижесінде абсорбциялы-байланысты ылғалдың көлемі артады. Қайнатылған тұз етте жинақталып, талшық сұйықтығының концентрациясының, актомиозин фракциясының жақын және ерігіш белоктарының құрылуына септігін тиізеді. Байландырғыш ылғалдың көлемі кө болған сайын тұздық заттарының бұлшық ет талшықтарымен соншалықты жылдам байланысқа түседі.

Бұл жағдайда, тиімділікке электроукалау мен әрі қарай механикалық өңдеуді пайдаланған кезде қол жеткізуге болады. ЭУ кезінде микропордың едәуір көлемі құрыла отырып, бұлшық ет талшықтарында айрықша микрожарықтар мен сызаттар пайда болады. Бұл өзгерістер бұдан кейінгі механикалық өңдеу кезінде үдей түседі. Сондықтан қой етін дамыта отырып қопсытқан кезде капиллярлы-байланған ылғал өседі.

Қой етін электрукалай отырып механикалық өңдеу гликолиз процесінің жедел басылуы мен ылғал байланыстырғыш қабілеттің (ЫБК) сақталуына ықпал етеді.

Еттегі судың белсенділігіне әсер ететін дәстүрлі технологиялық әдіске тұздау жатады. Электроукалау және одан әрі қарай механикалық өңдеу жағдайында қой етін тұздау кезіндегі судың белсенділігін анықтау үшін зерттеу жүргізілді (1 кесте)

1-кесте. ЭУ және МӨ байланысты қой етіндегі судың белсенділігінің (а*) өзгеруі

МӨ ұзақты- ғы сағ.	Жамбас		Жауырын		Сүбе	
	Тәжірибе	Бакылау	Тәжірибе	Бакылау	Тәжірибе	Бакылау
0	0,964	0,963	0,965	0,962	0,961	0,961
1	0,970	0,963	0,969	0,962	0,967	0,962
2	0,972	0,969	0,973	0,968	0,973	0,967
3	0,974	0,969	0,975	0,969	0,976	0,969
4	0,975	0,970	0,977	0,971	0,976	0,972
5	0,977	0,971	0,978	0,971	0,978	0,971
6	0,979	0,970	0,978	0,972	0,978	0,972

Судың белсенділігі өнімнің ылғалдылық жағдайының интегралды көрсеткіші болып табылады. Ет өнімдері үшін қаншалықты жалпы ылғалқұрамдылық екендігі маңызды емес, маңыздысы ылғал құрамының формалары және байланыс энергиясының қаншалықты екендігінде. Судың белсенділігінің мәні рН көрсеткіштерімен салыстырмалы. Судың белсенділігі ет құрамында болып жатқан микроорганизмдердің өміршендігіне, биохимиялық және физика-химиялық процестерге әсер етеді. Ет пен ет өнімдерінің сақталуы, хош иісі мен өңінің қалыптасуы, сондай ақ термоөңдеу мен сақтаудағы шығындары су белсенділігінің шамасына байланысты.

Узаков Я. М., Жетписбаева Б. Ш., Кожаниева М. О., Калдарбекова М. А., Даулетханқызы А.

Исследование механизма проникновения рассола при производстве национальных мясных продуктов из баранины

Резюме. Статья посвящена изучению механизма проникновения рассола при производстве национальных мясных продуктов из баранины. Полученные результаты позволяют утверждать о высокой полезности применяемого рассола. Повышает функционально-технологические показатели готовой продукции.

Ключевые слова: баранина, национальные мясные продукты, биологическая ценность, пищевая ценность, аминокислоты, комплексная переработка.

Uzakov Y. M., Zhetpisbayeva B. Sh., Kozhahieva M. O., Kaldarbekova M. A., Dauletkhankyzy A.

Investigation of brine penetration mechanism in the production of national meat products from lamb

Summary. The article is devoted to the study of the mechanism of brine penetration in the production of national lamb meat products. The results obtained make it possible to assert the high utility of the brine used. Increases the functional and technological indicators of finished products.

Key words: Lamb, national meat products, biological value, nutritional value, amino acids, complex processing

УДК.669.018;621.315.392

С.Л. Михайлова^{1*}, О.Ю. Приходько¹, Е.С. Мухаметкаримов¹, К. Даутхан¹,

С.Я. Максимова¹, Н.К. Манабаев^{1,2}, Е.А. Дайнеко^{1,3}

⁽¹⁾Национальная Нанотехнологическая лаборатория Открытого Типа,
КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,

²Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,

³Международный Университет Информационных технологий Алматы, Республика Казахстан,

*skysvetik91@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ПЛЕНОК а-С:Н

Аннотация. Методами комбинационного рассеяния света (КРС) и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) изучено влияние температуры подложки на структуру тонких плёнок а-С:Н. Плёнки а-С:Н получали ионно-плазменным магнетронным распылением мишени из поликристаллического пиролитического графита на постоянной токе в атмосфере смеси газов аргона и метана. Температура подложек при осаждении пленок изменялась от 50 до 150 °С. Согласно результатам КРС, структура плёнок а-С:Н, осаждённых при температуре 100 °С, в отличие от пленок, полученных при 50 °С, отвечает в большей степени критериям алмазоподобности структуры. Структура пленок, осажденных при температуре 150 °С является графитоподобной. Из анализа результатов РФЭС высокого разрешения атомов углерода C-1s в плёнках а-С:Н установлено наличие связей углерода с sp^2 и sp^3 гибридизацией и связей углерода с кислородом (альдегидная или кетонная группа). Выявлено, что доля sp^3/sp^2 гибридизированных связей углерода у пленок, полученных при 150 °С, составляет ~13 %, т.е. их структура является графитоподобной. В плёнках, полученных при температуре подложек 50 °С и 100 °С, доля sp^3/sp^2 достигает ~41 и ~45 %, соответственно. Следовательно, по данным РФЭС наиболее алмазоподобной структурой обладают пленки, осажденные при 100 °С, что хорошо коррелирует с результатами по КРС.

Ключевые слова: тонкие плёнки а-С:Н, температура, КРС, РФЭС, структура

Введение

Пленки аморфного алмазоподобного углерода (а-С:Н) характеризуется высокой твердостью, химической инертностью, оптической прозрачностью и высоким удельным сопротивлением. [1,2] Благодаря таким свойствам, пленки а-С:Н используются в различных областях промышленности начиная от биосовместимых покрытий медицинских инструментов и заканчивая абразивными износостойкими покрытиями инструментальных компонентов, таких как фрезы, сверла, пресс-формы и тд. [3,4] Свойства плёнок а-С:Н определяются соотношением sp^3/sp^2 гибридизированных связей углерода в их структуре [1,3], которая в свою очередь, зависит от технологических параметров их получения. К таким технологическим параметрам относятся состав и давление рабочего газа, расстояние между подложкой и мишенью, удельная мощность заряда и температура осаждения. Было установлено, что среди всех параметров наиболее сильное влияние на структуру получаемых пленок оказывает температура. В зависимости от температуры осаждения можно получать пленки а-С:Н как с алмазоподобной, так и с графитоподобной структурой.

Одним из факторов оценки полученной структуры пленок а-С:Н является доля sp^3/sp^2 связей углерода. Для оценки отношения sp^3/sp^2 в плёнках а-С:Н применяют комбинационное рассеяние света (КРС) [5]. Спектры КРС плёнок а-С:Н представляют собой конфигурацию двух пиков *G-graphite-like* и *D-disordered*. По форме, положению и изменению интенсивностей этих пиков судят об относительной доле графитовой составляющей в плёнках. Однако, количественно проследить изменение соотношения sp^3/sp^2 в пленках а-С:Н методом КРС не позволяет.[6]

В отличие от КРС метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) позволяет не только регистрировать элементы, входящие в состав плёнок и определять наличие химических связей между ними, но и количественно оценить долю sp^3 и sp^2 связей углерода.

В данной работе методами КРС и РФЭС было изучено влияние температуры подложки на структуру плёнки а-С:Н.

Технология получения и методики исследования структуры плёнок

Плёнки аморфного углерода получали методом ионно-плазменного магнетронного распыления графитовой мишени на постоянном токе в атмосфере смеси газов аргона (96% Ar) и метана (4% CH₄) при давлении 0,9 Па и плотности мощности разряда 0,6 Вт/см². Плёнки осаждались со скоростью от 2,7 до 3,3 нм/мин на кварцевые подложки при температуре 50 °С, 100 °С и 150 °С. Толщина плёнок определялась в результате сканирования скола структуры с-Si/a-C:H на СЭМ Quanta 3D 200i и составляла от ~80 до ~100 нм.

Структура и состав плёнок а-С:Н исследовалась с помощью комбинационного рассеяния света (КРС) и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Спектры КРС регистрировались на установке Ntegra Spectra в режиме обратного рассеяния под углом 180°. Длина волны излучения лазера CoboltBlue составляла 473 нм, мощность 15 мВт, время интегрирования спектров - 10 сек. Погрешность регистрации спектров составляла ± 1 см⁻¹.

Спектры РФЭС плёнок регистрировали на установке KRATOS AXIS 165 XPS при облучении пленок монохроматическим источником рентгеновских лучей Al_{Kα} с энергией 1486,7 эВ с одновременным измерением кинетической энергии электронов и числом электронов, вырванных с поверхностного слоя пленок толщиной до 10 нм. Спектры регистрировались в диапазоне энергий связи от 0 до 1100 эВ с шагом по энергии 0,5 эВ и погрешностью $\pm 0,3$ эВ. Спектры РФЭС высокого разрешения (РФЭС ВР) атомов углерода C 1-s регистрировались с шагом 0,1 эВ с погрешностью $\pm 0,05$ эВ.

При изучении структуры плёнок а-С:Н методом РФЭС первоначально определяли элементный состав поверхности материала в широком диапазоне энергий связи. Затем регистрировали спектры высокого разрешения элементов, входящих в состав плёнок. Для анализа спектров использовалась международная база данных рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (NIST) [7].

Спектры КРС и РФЭС обрабатывались с помощью программы OriginPRO 9.1 функцией обнаружения скрытых пиков путём нахождения второй производной. Использовался принцип разложения экспериментального спектра на минимальное количество составляющих гауссиан. Сглаживание спектров осуществлялось по методу Савитского-Голея при использовании полинома второго порядка.

Результаты и обсуждение

КРС пленок а-С:Н

На рисунке 1 (а-с) показаны типичные спектры КРС пленок а-С:Н, полученных при различных температурах осаждения с шагом 50°С.

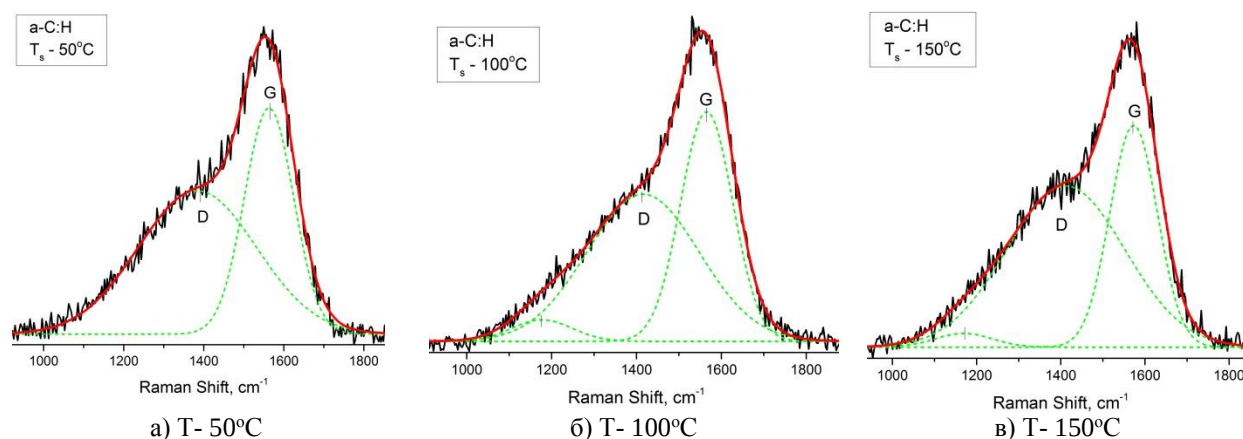


Рис. 1. Спектры комбинационного рассеяния пленок а-С:Н, осажденных при различных температурах подложки

Из рисунка 1 следует, у пленок а-С:Н, осажденных при разных температурах подложки t_s , форма спектров существенно не меняется. Однако, небольшое плечо в области пика D , которое можно наблюдать на спектре КРС при $t_s=50^\circ\text{C}$ (рис. 1 (а)), сглаживается при увеличении температуры осаждения до 100°C (рис. 1 б). В пленках а-С:Н, осажденных при температуре 150°C (рис. 1 (в)), плечо в области пика D опять появляется и становится более выраженным.

При разложении спектров КРС на составляющие, было выявлено, что спектры пленок, осажденных при $t_s=50^\circ\text{C}$, разлагаются только на D и G пики, в то время как спектры пленок, осажденных при более высоких температурах, включают три составляющих – D пик, G пик и пик в низкочастотной области спектра, отвечающий за волновые колебания вибрационной плотности состояний алмаза [8].

В таблице 1 показано влияние температуры осаждения на параметры спектров КРС пленок а-С:Н

Таблица 1. Влияние температуры осаждения пленок а-С:Н на положение пиков G и D и соотношение I_D/I_G в спектре КРС.

Температура подложки, $^\circ\text{C}$	Положение пика G , cm^{-1}	Положение пика D , cm^{-1}	I_D/I_G
50	1560	1384	0.64
100	1558	1415	0.60
150	1574	1411	0.73

Для анализа влияния температуры подложки на структуру пленок а-С:Н обратимся к результатам работ [9]. Из этих работ следует, что аморфные пленки углерода с алмазоподобной структурой характеризуются следующими параметрами спектров КРС: максимум пика G находится в области $(1555\pm 3)\text{ cm}^{-1}$, пик D не должен быть ярко выраженным и соотношение интенсивностей пиков D и G (I_D/I_G) должно быть минимальным [9]. Если параметры спектров КРС полученных пленок а-С:Н попадают в данный диапазон или имеют близкие значения, то структура таких пленок является алмазоподобной. Если же наблюдаются достаточно высокое соотношение интенсивностей пиков D и G , смещение максимума пика G в область меньших энергий и появление ярко выраженного плеча в области пика D , то структура пленок является графитоподобной.

Из анализа спектров КРС пленок а-С:Н можно заключить следующее. Структура пленок, осажденных при $t_s=100^\circ\text{C}$, является более алмазоподобной по сравнению со структурой пленок, осажденных при температурах 50 и 150°C . Структура пленок, осажденных при 150°C , является графитоподобной, поскольку в их спектрах КРС отношение интенсивностей I_D/I_G и положение максимума пика G имеют наибольшее значение. Это позволяет сделать вывод о том, что при температуре подложки $t_s > 100^\circ\text{C}$ начинается графитизация структуры пленок. В пользу такого вывода может свидетельствовать факт увеличения интенсивности пика волновых мод вибрационной плотности состояний алмаза в спектре КРС пленок а-С:Н, полученных при $t_s=100^\circ\text{C}$ (рисунок 1 (б)), по сравнению с интенсивностью аналогичного пика в спектре КРС пленок, полученных при $t_s=150^\circ\text{C}$ (рисунок 1 (в)).

РФЭС пленок а-С:Н

Метод РФЭС показал, что в составе пленок а-С:Н присутствуют углерод, азот и кислород. На рисунке 2 представлены типичные спектры РФЭС ВР пленок а-С:Н, осажденных на подложки из кварца при разных температурах.

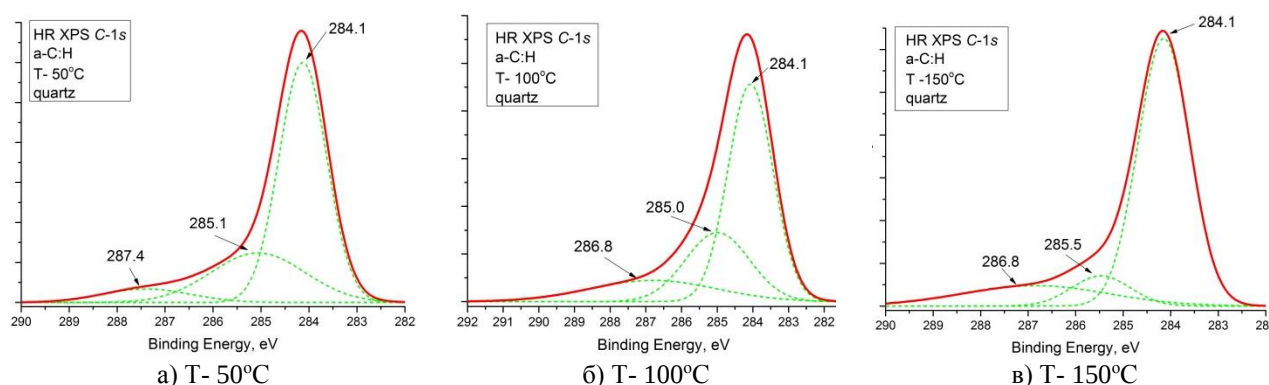


Рис. 2. Спектры РФЭС ВР атомов углерода в пленках а-С:Н, осажденных на подложки из кварца при температурах 50°C (а), 100°C (б) и 150°C (в)

Было установлено, что спектры РФЭС ВР атомов углерода C-1s пленок а-С:Н с хорошей достоверностью разлагаются на три пика. Согласно работе [11] пик, расположенный при энергии связи от 284,3 до 284,6 эВ, соответствует атомам углерода с sp^2 гибридизацией валентных связей. Положение пика в энергетическом диапазоне от 285,0 до 286,0 эВ соответствует атомам углерода с sp^3 гибридизацией. Третий пик с энергией связи выше 286 эВ в случае пленок а-С:Н без примесей соответствует соединениям атомов углерода с кислородом в органических соединениях типа альдегидов или кетон $C=O$ (таблица 2).

Таблица 1. Энергия связи атомов углерода C-1s в пленках а-С:Н, осажденных при разных температурах

Температура подложки, °C	sp^2 , эВ	sp^3 , эВ	$C=O$, эВ	sp^3/sp^2 , %
50	284.1	285.1	287.4	40.5
100	284.1	285.0	286.8	45.1
150	284.1	285.5	286.8	12.8

По соотношению площадей пиков, соответствующих sp^2 и sp^3 гибридизированным связям углерода, было вычислено количественное значение sp^3/sp^2 в структуре полученных пленок а-С:Н. Отметим, что к пленкам а-С:Н с алмазоподобной структурой относятся пленки с величиной sp^3/sp^2 от 40 до 70 % [11].

Исходя из результатов работы [11] пленки, осажденные при температуре 50 и 100 °C, можно вполне считать алмазоподобными в отличие от пленок, осажденных при температуре 150 °C, что подтверждает выводы о структуре пленок сделанные из анализа спектров КРС.

Исходя из данных таблицы 2, можно сделать заключение, что с повышением температуры осаждения пленок от 50 до 100 °C величина отношения sp^3/sp^2 незначительно растет от ~41 до ~45 % и структуру пленок становится более алмазоподобной. У пленок, полученных при температуре осаждения 150 °C, значение sp^3/sp^2 резко уменьшается до ~13 %, что свидетельствует о графитизации их структуры.

Закключение

Методами КРС и РФЭС изучена структура плёнок а-С:Н, осаждённых методом ионно-плазменного магнетронного распыления на постоянном токе при температурах подложки 50, 100 и 150 °C.

Из результатов КРС следует, что структура плёнок а-С:Н, осаждённых при температуре 100 °C, является наиболее алмазоподобной, в то время как структура пленок, осажденных при 150 °C является графитоподобной.

Методом РФЭС показано, что плёнки а-С:Н имеют в своём составе углерод, кислород и азот. Из анализа спектров РФЭС ВР атомов углерода C-1s в пленках а-С:Н установлено наличие связей углерода с sp^2 и sp^3 гибридизацией валентных связей и углерода с кислородом C=O (альдегидная или кетонная группа).

Согласно результатам РФЭС ВР, с повышением температуры осаждения пленок от 50 до 100 °С, величина sp^3/sp^2 незначительно растёт от ~41 до ~45 %. При дальнейшем увеличении температуры подложки до 150 °С, значение sp^3/sp^2 резко уменьшается и достигает ~13 %, что свидетельствует о графитизации структуры пленок.

Таким образом методами КРС и РФЭС установлено, что пленки а-С:Н, осажденные при температуре 100 °С, имеют наиболее алмазоподобную структуру.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Усеинов А., Гогольский К. Механические свойства сверхтонких углеродных алмазоподобных покрытий // Наноиндустрия -2010. - №5. – С. 54-56.
- [2]. Enke K. Amorphous hydrogenated carbon (a-C:H) for optical, electrical and mechanical application // Material science forum. – 1989. – V.52&53 – P.559-567.
- [3]. Zia A.W., Wang Y., Lee S. Effect of Physical and Chemical Plasma etching on Surface Wettability of Carbon fiber – Reinforced polymer Composites for Bone Plate application // Advances in polymer technology.- 2015. – Vol 34.- №. 1 – P. 1 – 4.
- [4]. Zia A.W., Lee S., Kim J., Kim T. G., Song J. Evaluation of bias voltage effect on diamond-like carbon coating properties deposited on tungsten carbide cobalt // Surface and Interface Analysis.- 2014., - Vol. 46, - № 3., -P. 152-156.
- [5]. Ishii A., Sakaguchi Y., Minomo S., Taniguchi M at all. Diamond-Like Carbon Film Deposition by Super-Wide Electron – Cyclotron Resonance Plasma Source Excited by Traveling Microwave // Japanese Journal of Applied Physics –1993. -V.32.-P. 802-805.
- [6]. Ferrari A.C., Robertson J. Interpretation of Raman specter of disordered and amorphous carbon // Phys. Rev. B. – 2000. – V. 61, – P. 14095 – 14107.
- [7]. Measurement Services Division, NIST X-ray Photoelectron Spectroscopy Database. Version 4.1, <http://srdata.nist.gov/xps/>, - 2012.
- [8]. Tamor M.A., Vassell W.C. // J. Appl. Phys. - 1994. –Vol. 76.- P. 23-38.
- [9]. Merel P., Tabbal M., Chaker M., Moisa S., Margot J. C1s high resolution XP spectra of graphite, nanodiamond, and graphite samples with increasing laser power treatment // Appl. Surf. Sci. – 1998. –V. 136. – P. 105-113.
- [10] Ariana Bratt Andrew R. Barron, XPS of Carbon Nanomaterials. - OpenStax CNX. 2011 -13 p.
- [11] Robertson J., Philos M. // B Phys. Condens. Matter Stat. Mech. Electron. Opt. Magn. Prop. -1997. - Vol.76. – P. 335.

*Работа выполнена по программе гранта 4608/ГФ4 Комитета науки Министерства Образования и науки Республики Казахстан

Михайлова С.Л., Приходько О.Ю., Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Максимова С.Я.,
Манабаев Н.К., Дайнеко Е.А.

а-С:Н қабықша құрылымына тұндыру температурасының әсері

Түйіндемe. Жарықтың аралас шашырауы (ЖАШ) мен фотоэлектронды рентгендік спектроскопия (ФЭРС) әдістері арқылы төсеніш температурасының а-С:Н жұқа қабықшасының құрылымына әсері зерттелді. а-С:Н қабықшасы аргон және метан қоспаларын газ атмосферасында тұрақты ток көзінде поликристалды пиро-литтік графиттен ионды-плазмалы магнетронды тозаңдатылған нысана арқылы алынды. Қабықшаны тұндыру кезінде төсеніш температурасы 50 °С-тан 150 °С аралығында өзгерді. ЖАШ-тың нәтижелеріне сәйкес 100 °С температурасында тұндырылған а-С:Н қабықшасының құрылымы 50 °С алынған қабықшалардан айырмашылығы: алмаз тектес құрылымның жоғарғы дәрежелі критерийіне жауап бере алуында. 150 °С температурада тұндырылған қабықшаның құрылымы графит тәріздес болып келеді. ФЭРС нәтиже талдауларының негізінде а-С:Н қабықшада көміртегі атомдарының жоғары ұлғаюы C-1s көміртегі байланысының sp^2 және sp^3 -гибридтеліну және көміртегінің оттегімен байланысы болатындығы орнатылды. (альдегидті және кетон топтары). 150 °С температурада алынған қабықшадағы sp^3/sp^2 -гибридтелген көміртегі байланысының 12.8% - графит тәріздес құрылымды болып келеді. Төсеніштің 50 °С и 100 °С температурасында алынған қабықшада sp^3/sp^2 гибридтелу үлесі 41 және 45 % құрайды. ФЭРС деректеріне сүйене отырып 100 °С тұндырылған қабықшалар көбіне алмаз тектес құрылымды болатындығы анықталды.

Кілт сөздер: а-С:Н жұқа қабықшалары, температура, ЖАШ, ФЭРС, құрылым.

Mikhailova S.L., Prikhodko O.Yu., Mukhametkarimov E.S., Dauthan K., Maksimova S.Ya.,
Manabaev N.K., Daineko E.A.

Influence of deposition temperature on the a-C:H films structure

Summary. Raman scattering and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) used for study the influence of the substrate temperature of a-C:H thin films structure. The a-C:H films were obtained by ion-plasma magnetron sputtering of the from the polycrystalline pyrolytic graphite target with a direct current in an atmosphere of the argon and methane gas mixture. The substrate temperature during the deposition of the films varied from 50 to 150 °C. According to the Raman scattering results of the a-C:H films structure deposited at 100 °C, in contrast to the films obtained at 50 °C, corresponds to a greater degree of the diamond-like structure criteria. Films deposited at 150 °C has graphite-like structure. From the analysis of the high-resolution XPS results it was found that C-1s carbon atoms has carbon bonds with sp^2 and sp^3 hybridization and carbon-oxygen bonds (aldehyde or ketone group) in the composition of a-C:H films. It was found that fraction of sp^3/sp^2 -hybridized carbon bonds in the films obtained at 150 °C reached 13%, i.e. they have graphite-like structure. Fraction of sp^3/sp^2 reaches 41 and 45%, respectively, in the films obtained at the 50 °C and 100 °C substrate temperatures. Consequently, according to the XPS data, films deposited at 100 °C have the highest diamond-like structure, which correlates well with the results for Raman scattering.

Key words: a-C:H thin films, temperature, Raman, XPS, structure

ОӘЖ 625.057

¹Ж.Е. Дәрібаев, ²Н.Г. Дарибаева, ³А.Н. Құтжанова

(¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы

²Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақтың ғылыми-техникалық зерттеу университеті,
Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы

³М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы)

**БҰРҒЫЛАУ ШЛАМЫ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛЫНҒАН ЖЕҢІЛ БЕТОН ТОЛТЫРҒЫШЫНЫҢ
ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ**

Түйіндеме. Бұл ғылыми мақалада қоршаған ортаға зиянды болып табылатын өндіріс қалдығы түріндегі мұнай кенішін бұрғылау шламын күйдіру арқыды алынатын жеңіл бетон толтырғышы қасиеттеріне бастапқы түйіршіктелген (грануланған) шихта ірілігінің әсері жан-жақты зерттелді. Зерттеу жұмысы эксперименттерді математикалық жоспарлау әдісімен жүргізіліп, жұмыс нәтижелері – түйіршіктердің күй жылдамдығына, күйдіру пешінің өзіндік еңбек өнімділігіне, фракцияларға майдаланған қуысты толтырғыштың еркін тығыздықтарына және сығымдау беріктіліктеріне бастапқы бұрғылау шламы негізінде дайындалған гранулалардың ірілік құрамдарының әсерін бақылау арқылы анықталды. Бұл жұмыс нәтижелері математикалық әдіспен өңделіп, қуысты бетон толтырғышы қасиеттерінің бастапқы күйдірілетін түйіршіктердің ірілік құрамдарына тәуелділігін анықтау үшін регрессиялық теңдеулер жасалынып, олардың эмпирикалық коэффициенттері есептелінді.

Бұрғылау шламдары, көмір майдалары және мұнай шламдарынан әртүрлі ірілік құрамда жасалынған гранулаларды қабатты күйдіру нәтижелерін регрессиялық теңдеулер көмегімен және графика-математикалық әдіспен өңдеулер арқылы түйіршіктерді қабатты күйдіру жылдамдығының, күйдіру пешінің еңбек өнімділігінің, алынған қуысты толтырғыштың еркін тығыздығының және оның сығымдау беріктілігінің гранулалардың ірілік құрамдарының тәуелділігін бейнелейтін "құрам-қасиеті" түрінде үшбұрышты диаграммалар тұрғызылды.

Кілт сөздер: бұрғылау шламы, қуысты толтырғыш, жеңіл бетон, қабатты қысым, түйіршіктер ірілігі, бұрғылау қалдықтары, бұрғылау ерітіндісі, еркін тығыздық, эксперименттерді математикалық жоспарлау.

Мұнай кенішін бұрғылау қалдықтарының тығыздығы бұрғылау ерітіндісі мен бұрғылау шламының тығыздығына байланысты анықталынады. Майбұлақ кен орны үшін құм мен ерітіндінің арасындағы орта шама 1,3-1,6 т/м³-ты құрайды. Бұрғылау қалдығының тұтқырлығы (аққыштықтың кері қасиеті) 0,1-4,5 Па·с. Аққыштық ерітіндінің нашар тазалануы кезінде және судың құрамының артуына қарай жоғарылайды. Сусыздандырылған бұрғылау ерітінділері аққыштықты жоғалтып, ұнтаққа оңай айналады [1].

Түйіршік құрамын зерттеу, бұрғылау қалдығының бөлшектерінің өлшемі бойынша 10-нан 500 мкм, ірілері бұрғылау шламына, ал майдасы бентонитке сәйкес келеді. Бөлшектердің өлшем бойынша қисық таралуы екі максимумға ие. Бір максимум 20-30 мкм бөлшекке, басқасы 200-300 мкм-ға сәйкес келеді. Бұл бұрғылау қалдықтарының төмен гидрооқшаулағыш қасиеттері жыныстың ірі

бөлшектері арасынан гидравликалық ағын арқасында бентониттің майда бөлшектерінің өтуін түсіндіреді.

Қату температурасы минус 10-14 °С, қайнау температурасы плюс 120-140 °С. Судың құрамының артуы бұл диапазонды тарылтады [2].

Сусыздандырылған бұрғылау қалдығының диэлектрлік өткізгіштігі 35-40, магнитті өткізгіштігі бірлікке жақын (жүз мың үлеске бірден жоғары). Химиялық құрамы бойынша суда мұнай, химиялық реагенттер, құм, саздың коллоидты ерітіндісі бар рН көрсеткіші сілтілі ортада 8,5-10,5-ды көрсетеді [1].

Химиялық элементтер ортасында оттегі, сутегі, кремний, көміртегі, темір, кальций, магний, марганец, натрий, калий, хлор, бром және йод басым. Аз мөлшерде кадмий, қорғасын, мырыш, мыс, кобальт, сынап, мышьяк, бор, барий, фосфор, титан, хром, никель, вольфрам және т.б. кездеседі [3].

Бұрғылау ерітінділерінің химиялық қосылыстары бойынша су (20-50 %), тотықтар: кремний (40-60 %), алюминий (10-20 %), көміртек (7-90 %), темір (5-8 %), кальций (2-5 %), магний (1,5-3 %), натрий (0,5-1 %), калий (0,4-2 %), бор (0,3-0,5 %), фосфор (0,03-0,05 %), марганец (0,03-0,1 %) және жоғарыда аталған элементтер мен олардың сульфаттары мен хлоридтері кездеседі. Бұрғылау қалдығының құрамында мұнай мен мұнай өнімдері 5 %-ға дейін, БАЗ-0,5 %, ал көмірсутектер үшін 50-100 мг/кг, БАЗ-1- 10 мг/кг кездеседі.

Зерттеу барысында бұрғылау кезінде ұңғымадан шығаралған бұрғылау шламын пайдалана отырып, эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

Мұнай шламын кен байыту қалдықтарына және жылу энергетика орталықтарының күліне қосып жасалынған түйіршіктердің ірілік құрамдарының олардан алынатын қуысты жеңіл бетон толтырғышының физика-техникалық қасиеттеріне тигізетін әсерлері мұнан бұрын ғалымдар тарапынан зерттелініп, жұмыс нәтижелері өндіріске енгізілгені белгілі. Мәселен, мынадай жұмыстарда [4,5] қуысты толтырғыштың еркін тығыздылығы күйдіруге дайындалған түйіршіктердің еркін тығыздықтарына тура пропорционал екендігі айтылады. Бірақ бірқатар жүргізілген зерттеу жұмыстарында олай емес, керісінше болатындығы қорытындылады. Дәлірек айтқанда, күйдіруге дайындалған түйіршіктердің ірілік құрамдары неғұрлым кіші болған сайын, олардан алынатын қуысты бетон тығыздығының кеми беретіндігі айтылады [6-8]. Осындай ғылымдағы кереғар пікірлердің дәйектілігіне көз жеткізу мақсатында және шихтаның құрамына енгізілетін бұрғылау шламы негізінде дайындалған түйіршіктердің ірілік құрамдарының, олардан алынатын қуысты бетон толтырғышының қасиеттеріне тигізетін әсерін анықтау мақсатында төмендегі құрам бойынша шихтадан дайындалған түйіршіктердің ірілік құрамдарына зерттеулер жүргізілді: бұрғылау шламы – 63 %; көмір майдасы – 7 %; жергілікті топырақ – 15 %; мұнай шламы – 15 %.

Зерттеу жұмысын орындау әдісі бойынша математикалық жоспарлауды орталықтандырылған симплексі арқылы жүзеге асырылу қарастырылды. Зерттеу жұмыстары жоспарлау кезінде бір-біріне тәуелсіз түйіршіктердің мынадай ірілік құрамдары бойынша сұрыпталынды, мм: X₁-2-5; X₂-5-10; X₃-10-15. Осы ірілік құрам бойынша дайындалған түйіршіктерді термиялық өңдеу зертханалық агломерациялық қондырғыда күйдірілгендігі жоғарыда айтылған болатын. Термиялық өңдеу режимі осы бағытта жүргізілген жұмыстарға әдеби шолу қорытындылары бойынша және біз алдын-ала жүргізген зерттеу нәтижелері арқылы таңдалынды, яғни түйіршіктердің беткі қабатының жану температурасы – 960 °С, түйіршіктердің беткі қабатын алғашқы жандыру кезіндегі вакуум мөлшері – 600-700 Па., оларды қабатты күйдіру кезіндегі вакуум шамасы – 1100-1200 Па болса, осы режим барлық тәжірибе жасау кезінде пайдаланылды. Мұндай жағдайда түйіршіктердің беткі қабатын жандыру - 6 минуттан ауытқымады.

Зерттеу жұмысы экспериментті математикалық жоспарлау матрицасын пайдалану арқылы жүзеге асырылып, онда қалдықтан алынатын өнімге негігі әсерін тигізетін – түйіршіктердің күйе жылдамдығы, қабатты күйдіру пешінің өзіндік еңбек өнімділігі, өндіріс қалдығынан алынатын қуысты толтырғыштың фракциялық еркін тығыздықтары және оның сығымдау беріктіліктері бақыланды. Бұл жұмыс нәтижелерін математикалық өңдеу арқылы қуысты толтырғыш қасиеттерінің түйіршіктердің ірілік құрамдарына тәуелділігін көрсететін эмпирикалық коэффициенттерді анықтау үшін, регрессиялық теңдеулер жасалынды:

$$Y_0 = 25,25X_1 + 20,42X_2 + 24X_3 + 25,8X_1X_2 + 14,47X_1X_3 - 11,96X_2X_3 - 312X_1X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y_Q = 1,54X_1 + 1,47X_2 + 1,28X_3 - 2,94X_1X_2 - 1,38X_1X_3 - 1,34X_2X_3 + 17,46X_1X_2X_3; \quad (2)$$

$$Y_{5-10}^{\gamma 1} = 455X_1 + 497,5X_2 + 570X_3 + 45X_1X_2 + 260X_1X_3 - 225X_2X_3 - 553,5X_1X_2X_3; \quad (3)$$

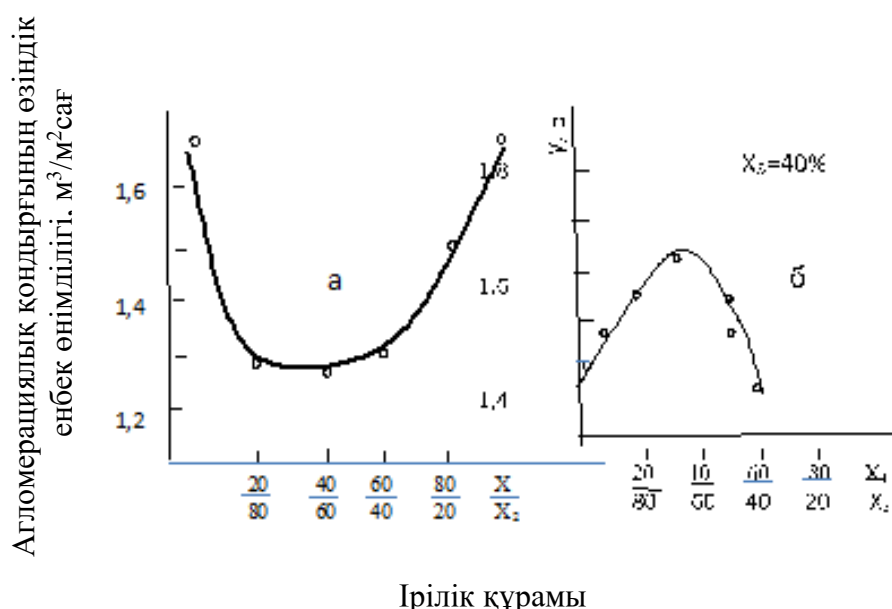
$$Y_{10-20}^{\gamma 2} = 400X_1 + 437,5X_2 + 550X_3 - 250X_1X_2 + 315X_1X_3 - 345X_2X_3 + 165X_1X_2X_3; \quad (4)$$

$$Y_{5-10}^{R1} = 2,12X_1 + 1,76X_2 + 1,52X_3 + 1,58X_1X_2 - 0,158X_1X_3 - 2,46X_2X_3 - 5,67X_1X_2X_3; \quad (5)$$

$$Y_{10-20}^{R2} = 1,30X_1 + 1,0X_2 + 1,32X_3 + 0,22X_1X_2 - 0,48X_1X_3 - 1,28X_2X_3 - 8,19X_1X_2X_3; \quad (6)$$

мұндағы: Y_0 – күйдіру жылдамдығы, мм/мин; Y_Q – қабатты күйдіру қондырғысының өзін-дік еңбек өнімділігі, $m^3/m^2 \cdot \text{сағ}$; $Y^{\gamma 1}$, $Y^{\gamma 2}$ – толтырғыш қиыршықтарының еркін тығыздық -тары, $кг/м^3$; Y^{R1} , Y^{R2} – толтырғыш қиыршықтарының сығымдау беріктіліктері, Мпа.

Графика-математикалық өңдеулер нәтижелерін регрессия теңдеулерінде агломерациялық күйдіру нәтижесінің көмір, мұнай шламы мен бұрғылау шламы негізінде жасалынған түйіршіктердің ірілік құрамдарына тәуелділігін көрсететін "құрам-қасиеті" үшбұрышты диаграммалар тұрғызылды (1-2-суреттер).

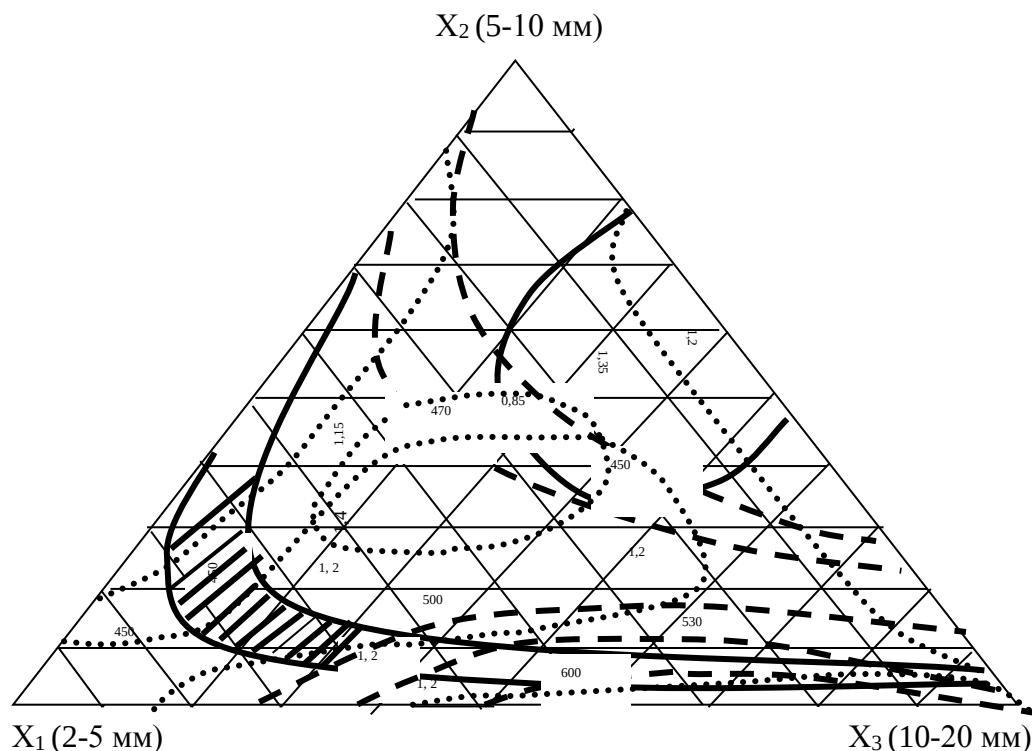


1-сурет. Қабатты күйдіру пешінің өзіндік еңбек өнімділігінің түйіршіктердің ірілік құрамдарына тәуелділігі

Бұл диаграммаларға жүргізілген талдау төмендегі фактілерді анықтауға мүмкіндік берді.

Түйіршіктердің ірілік құрамының күй жылдамдығына тәуелділігін бейнелейтін 1-суреттің А бөлігіндегі сызықтар үшбұрыштың X_1 - X_2 қабырғасынан бастап, оның X_2 бұрышына қарай тартыла орналасқан. Бұл, гранулалардың күй жылдамдығы X_1 - X_2 қабырғасынан орта шеніне дейін өзінің жоғарғы көрсеткіші 30 мм/мин жылдамдықпен жанып, гранулалар ірілігі үшбұрыштық диаграмманың X_2 бұрышына (5-10 мм) жақындаған сайын, жылдамдық 25 мм/минутқа азаятынтығын көрсетті. Гранулалардың күй жылдамдығының мұнан әрі төмендеуі – үш бұрышты диаграмманың X_1 - X_2 қабырғасы бойынша өз шарықтау шегіне жетіп, 17 мм/минутқа дейін кемитіндігін көрсетеді.

Осындай жағдайда қабатты күйдіру пешінің өзіндік еңбек өнімділігінің өсуі үшбұрышты диаграмманың X_1 бұрышынан басталып, онан әрі орта шенінде өз шарықтау шегіне – $1,3 m^3/m^2 \cdot \text{сағ}$ -қа жетеді (2-сурет).



Беріктілігі: 1,1 - 1,3 МПа

Еркін тығыздылығы: 400-4800 кг/м³

Өнімділігі: 1,15-1,37 м³/м²·сағ

штрихталған ауданда

2-сурет. Бұрғылау шламынан дайындалған гранулалар ірілігінің олардан жасалынған қуысты толтырғыш қасиеттеріне әсерлерінің біріккен диаграммасы

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, мұнайды бұрғылау шламдары негізінде жасалынған гранулаларды қабатты күйдіру әдісімен қуысты жеңіл бетон толтырғышын алу технологиясында күйдіру қондырғысының өзіндік еңбек өнімділігінің жоғарғы мәні – 1,3м³/м²·сағ-қа қол жеткізу үшін түйіршіктердің 2-5 мм, 5-10 мм және 10-15 мм фракциялары өзара бірдей қатынаста болуы тиіс. Бұл дегеніміз, қабатты күйдіру үрдісінің ең жоғарғы мәніне ие болу үшін, бастапқы – күйдіруге дайындалған түйіршіктердің үш түрлі фракцияларының да әсері бар деуге болады. Сондықтан, қабатты күйдіру қондырғысының өзіндік еңбек өнімділігінің түйіршіктердің ірілік құрамдарына тәуелділігін бинарлық жүйе бойынша қарастырған кезде, түйіршіктердің үш фракциясының әсерлеріне бірдей талдау жасалынуы тиіс. Бұрғылау шламы негізінде жасалынған гранулалардың 2-5 мм және 5-10 мм ірілік құрамдарының ара-қатынасының өзгеруі күйдіру пешінің өзіндік еңбек өнімділігі біршама өзгертіндігі осы суреттің (1-сурет) "А" бөлігінде көрсетілген. Мұнда күйдірілетін түйіршік құрамы тек қана 5-10 мм фракциялардан тұратын болса, онда қабатты күйдіру қондырғысының өзіндік еңбек өнімділігі 1,467 м³/м²·сағ болады да, түйіршіктердің ірілік құрамы 2-5 мм болған кезде, агломерациялық қондырғының өзіндік еңбек өнімділігі 1,64м³/м²·сағ-қа дейін жоғарылайды. Осыған байланысты назар аударатын жайт, ол түйіршіктердің ірілік құрамы біркелкі және ірі болған сайын, олардың арасынан өтетін отты жалынның ағысы да көлемді, сондай-ақ, жылдам болады. Осының әсерінен агломерациялық күйдіру үрдісі жылдамдайды [9].

Бұрғылау шламы негізінде дайындалған гранулалардың ірілік құрамы біркелкі 2-5 мм немесе 5-10 мм болып, олар қабатты күйдіру қондырғысында күйдірілген жағдайда, күйдіру қондырғысының өзіндік еңбек өнімділігі 1,46 м³/м²·сағ және 1,65 м³/м²·сағ -қа ауытқиды. Дегенмен, 2-5 мм мен 5-10 мм фракциядан тұратын түйіршіктер өзара біркелкі қатынаста 10-15 мм түйіршіктермен араластырылған кезде, керісінше түйіршіктер қабатының күйдіру пешіндегі тығыздығы артып,

олардың арасынан сорылатын ауа ағыны кедергіге ұшырайтындығына қарамастан, күйдіру пешінің өзіндік еңбек өнімділігінің артатындығы байқалады (1-сурет "Б"). Бұрғылау шламы қосылмаған дәстүрлі жеңіл бетон толтырғыштарының 5-10 мм және 10-20 мм фракцияларының еркін тығыздықтары, сәйкесінше, 600 кг/м³ және 570 кг/м³ болса (маркасы 600 және 700), ал мұнай шламы мен бұрғылау шламдары қосылып күйдірілген түйіршіктерден алынған фракциялары 5-10 және 10-20 мм аглопориттің еркін тығыздықтары, сәйкесінше, 400 кг/м³ және 480 кг/м³-қа дейін (маркасы 400 және 500), яғни бірден 2 маркаға дейін төмендейді (2-сурет).

Бұл суретте қуысты толтырғыштың ең төмен тығыздығы күйдірілетін түйіршіктердің ірілік құрамы 2-5 мм болғанда байқалып, түйіршіктердің ірілік, монофракциялық құрамы артқан сайын, өнімнің еркін тығыздықтары да жоғарылайды. Бұл суреттерге тән, және назар аударатын жәйт, ол үш бұрышты диаграммада бейне сызықтардың үш бұрыш ортасына қарай созыла орналасуы, яғни түйіршіктердің ірілік құрамдарына қатысты үш фракциялары бірдей қатынаста болғанда, толтырғыштың еркін тығыздығының артпауы. Бұл жоғарыда 1-суреттің "Б" бөлігіне байланысты айтылған, түйіршіктер құрамына енгізілген көмір мен бұрғылау шламының қуысты толтырғыш денесінде майда және көп мөлшерде қуыс түзілуіне мүмкіндік жасауымен түсіндіріледі.

Бұрғылау шламына қосылған мұнай шламы қуысты толтырғыш – аглопориттің беріктілік қасиетіне, бастапқы күйдіруге дайындалған түйіршіктердің ірілік құрамына да үлкен әсерін тигізеді. Төмендегі 2-сурет осының айғағы болып табылады.

Осы суреттің "А" бөлігінде үшбұрышты диаграмманың бейне сызықтарының Х₂-Х₃ қабырғасынан Х₁ бұрышына қарай созыла орналасуы, түйіршіктердің 5-10 мм және 10-15 мм фракциялары өзара бірдей қатынаста болғанда бетон толтырғышының сығымдау беріктілігі ең төменгі мәнде - 1,0 МПа болатындығын, ал түйіршіктер монофракция деңгейіне жақындаған сайын, яғни тек 5-10 мм немесе 10-15 мм болған сайын аглопориттің де беріктілігі біркелкі 1,5 МПа-ға дейін өсетіндігі байқалады. Ал түйіршіктердің 2-5 мм фракциясының үлесі түйіршіктердің жалпы 5-10 мм және 10-20 мм фракцияларынан асқан сайын, қуысты толтырғыштың беріктілігі де 1,7-2,0 МПа-ға дейін артады. Осы суреттің "Б" бөлігіндегі фракциясы 10-20 мм аглопорит қиыршағының беріктілігі де түйіршіктердің жалпы ірілік құрамында олардың 2-5 мм фракциясының үлесі көбейген сайын, артатындығын дәлелдейді. Мұнда да түйіршіктердің ірілік құрамына байланысты толтырғыш беріктілігі 1,0 МПа-дан 1,4 МПа-ға дейін артады. Түйіршіктердің күй жылдамдығы, қабатты күйдіру қондырғысының еңбек өнімділігі, бетон толтырғышының еркін тығыздылығы мен сығымдау беріктіліктерінің жоғары көрсеткіштері, тек ғана түйіршіктердің 2-5 мм фракциясының күйіне ғана байланысты деуге болмайды, себебі өндірістік жағдайда түйіршіктердің тек ғана 2-5 мм монофракциясын жасау және пайдалану мүмкін бола бермейді, себебі ондай іріліктегі гранулаларды өндірістік жағдайда дайындау өндіріс жұмысын ұйымдастыру тұрғысынан тиімсіз болып табылады. Сондықтан, шикізаттарды күрделі қабатты күйдіру процесінің барлық нәтижелерін тиімді көрсеткіш тұрғысынан анықтау үшін, зерттеу нәтижесінде қол жеткізілген үш бұрышты диаграммалар сызықтарын бір-біріне біріктіру негізінде негізгі тиімді параметрге қол жеткізуге әбден мүмкін болады. Бұл орайда, агломерациялық қондырғының сығымдау беріктіліктерінің, өзіндік еңбек өнімділігінің, қуысты толтырғыштардың 10-20 мм фракциясының еркін тығыздылығы мен үшбұрышты диаграммалары біріктіріліп (2-сурет), үшбұрышты диаграммалардың штрихталған аудандағы беріктілігі 1,2-1,3 МПа; еркін тығыздығы 450-500 кг/м³; өнімділігі 1,15-1,37 м³/м²сағ болатын тиімді параметрлері анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Быков И.Ю., Гуменюк А.С., Литвиенко В.И. Охрана окружающей среды при строительстве скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, – Обзор. Информ. Сер. Коррозия и защита окружающей среды в нефтегазовой промышленности, 1985-37 с

[2] Король В.В., Позднышев Г.Н., Манырин В.Н. Утилизация отходов бурения скважин. Экология и промышленность России, №1, 2005. – С. 40-42.

[3] Пичугин Е.А. Экологиялық таза-жол құрылыс материалын алумен бұрғылау шламдарын жою технологиясы // Жас ғалым. – 2013. № 9. 124-126 б.

[4] Зильберман М. В., Пичугин Е. А., Шенфельд Б. Е., Козлова Г. А., Долганов В. Л.. Требования, предъявляемые к шламо-песчаным смесям на основе буровых шламов для их применения в качестве экологически чистого строительного дорожного материала // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.- 2013.-№ 6. -С. 29–34.

- [5] Е.В.Голубев, А.В.Соромотин. Состав и свойства буровых отходов Западной Сибири. ISSN 1991-5497. Мир науки, культуры, образования. № 6 (25), 2010. С. 319-320.
- [6] Дарибаева Н.Г. Опыт промышленного производства аглопорита из золы ТЭЦ // Наука – образование – производство в решении экологических проблем: материалы докл. Междунар. науч.-техн. конф. – Уфа, 1999. – С. 62-64.
- [7] Құтжанова А.Н., Дәрібаев Ж.Е., Шевко В.М. Мұнай шламы қосылып дайындалған түйіршік құрамындағы отынның жану кинетикасын зерттеу // Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚАЗ ҰТУ Хабаршысы. – Алматы, 2004. – № 3(41). – 43-45 б.
- [8] Жумагулов Б.Т. Экологические проблемы нефтегазовой отрасли // Нефть и газ. – Алматы, 2005. – № 6. – С. 40-45.
- [9] Дарибаев Ж.Е. Экологические, физико-химические основы и технология агломерационной переработки отходов полиметаллических руд и сжигания углей: дис. ... докт. техн. наук. – Шымкент, 2005. – С. 52-70.

Дәрібаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Құтжанова А.Н.

Определение физико-технических свойств пористого заполнителя бетонов на основе буровых растворов

Резюме. Исследуется влияние фракции гранул, приготовленных из смеси промышленных отходов – буровых растворов нефтяного месторождения, угольной мелочи и нефтяного шлама, на процесс получения пористых заполнителей для легких бетонов. Исследования проводились методом математического планирования экспериментов, при котором определялось влияние размера фракции обжигаемых гранул на скорость слоевого обжига гранул, удельной производительности обжиговой печи, насыпной плотности и прочности при сжатии пористого заполнителя легких бетонов.

Результаты проведенных экспериментов по получению пористых заполнителей для легких бетонов на основе обжига смеси буровых растворов нефтяных месторождений, угольной мелочи и нефтяных шламов подвергались математической обработке и на основе полученных уравнений регрессии и с помощью графоматематического анализа данных были построены тройные диаграммы «Состав – свойство», которые характеризуют зависимости параметров обжига и физико-технических свойств заполнителей от крупности исходных обжигаемых гранул.

Ключевые слова: буровой шлам, пористый заполнитель, пластовое давление, крупность гранул, слоевой обжиг, буровые отходы, буровой раствор, насыпная плотность, математическое планирование.

Daribayev Zh. E., Daribayeva N. G., Kutzhanova A. N.

Defining the physico-technical properties of porous fillers of concrete on base of the drilling fluids

Summary. In this scientific article is represented the impact of grain compositions of granules, obtained from harmful for environment the drilling muds in the type of industrial waste, to the porous fillers of light concrete. In investigations had been used the method of mathematical planning of experiments with purpose of defining of influences the sizes of granules for characteristics of sintering process - onto burning speed of granules, the productivity of burning furnace, the bulk density of the porous fillers and pressing strength of fillers for light concrete. The results of experiments has processed by way of mathematical method with calculation the empirical coefficients and defining of regression equalities.

The granules made from mixes of drilling muds of the oil deposits, coal minutiaes and oil sludges was subjected to layer firing. The results of layerd burning of granules has processed by help of regression equations and graphomathematical analyses, and was constructed the triangular digrams chracterising the dependence of layered burning speed of granules, the productivity of burning furnaces, the bulk density and pressing strengthes of porous fillers from grained compositions of granules.

Key words: drilling muds, porous filler, reservoir pressure, granule size, layer firing, drilling waste, bulk density, mathematical planning.

А.М. Дараев, Н.А. Джунусов, С.Е. Ибекеев,
(КазННТУ им К.И.Сатпаева,
serikbek@list.ru)

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДНОКОНТУРНОГО СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Аннотация. Исследуются динамические свойства следящего электропривода солнечной фотоэлектрической станции. Разработана математическая модель системы. Разработана одноконтурная схема следящего электропривода солнечной фотоэлектрической станции. Построена структурная схема модели в программе MATLAB

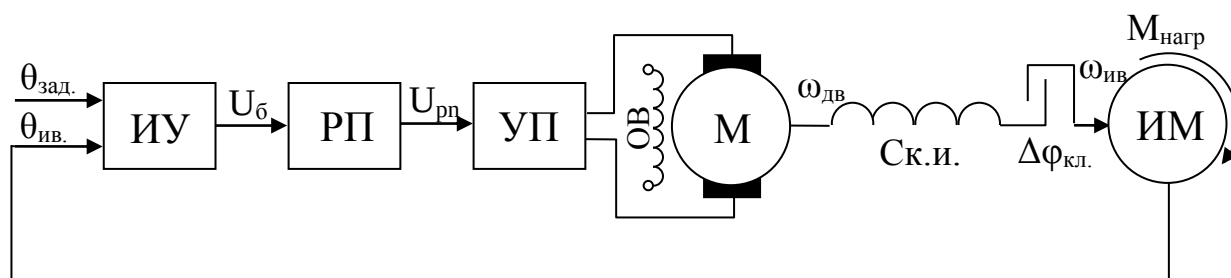
Ключевые слова: Следящий электропривод, математическая модель, одноконтурная система, программе MATLAB.

Класс рассматриваемых электроприводов характеризуется сравнительно малой мощностью до одного киловатта. Данные привода в большинстве случаев не нуждаются в токоограничении. Для самых маломощных приводов менее (50-100 Вт) имеет место естественного токоограничения за счет достаточно большого сопротивления якорной цепи в системе преобразователь – двигатель. Кроме того, броски тока в якорной цепи слабодинамичных СЭП (следящих электроприводов) можно ограничить действием регулятором положения в контуре угла (1). Поэтому в структуре СЭП СФЭС (солнечных фотоэлектрических станций) нет необходимости предусматривать контур тока. Достаточно ограничиваться только контурами скорости угла.

Контур скорости обеспечивает повышение стабильности движение установки в зоне низких скоростей, а также позволяет расширить полосу пропускания электропривода, что способствует повышению динамической точности СЭП в целом придает регулятор положения в контуре угла.

Для исследования динамических свойств СЭП СФЭС необходимо разработать математическую модель системы.

Основные возмущающие воздействия на привод гелиоустановки были рассмотрены в работах ученых Овсянникова Е.М, и Сорокина Г.А.[1,2,3]. Но они в своих трудах не рассматривали вопрос точности, быстродействия отработки выходной координаты электропривода, а также влияние изменения параметров на переходные процессы этого электропривода (рис. 1).



ИУ – измерительное устройство; РП – регулятор положения; УП – управляемый преобразователь напряжения; М- двигатель постоянного тока с независимой обмоткой возбуждения; ИМ – исполнительный механизм.

Рис. 1. Функциональная электромеханическая схема одноконтурной СЭП СФЭС

На основе передаточных функций структурной схемы (рисунок (1) можно записать в приращенных следующие дифференциальные уравнения.

Технические и расчетные параметры использовались для двигателя постоянного тока МЭ215.

Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (согласно передаточным функциям) представим двумя дифференциальными уравнениями с общеизвестными принятыми допущениями [4]:

$$J \frac{d\Delta\omega_{ДВ}}{dt} = k_M \Delta I - \Delta M_y, \quad (1)$$

где $\Delta\omega_{ДВ}$ – скорость вращения якоря;

ΔI – ток якоря;

ΔM_y – приращение момента нагрузки;

J – момент инерции;

k_M – коэффициент пропорциональности между моментом двигателя и током якоря, и уравнением э. д. с в цепи якоря.

$$T_y \frac{d\Delta I}{dt} = k_y (\Delta U_{II} - c\Delta\omega) - I, \quad (2)$$

где ΔU – приращение напряжения на выходе преобразователя;

T_y – электромагнитная постоянная якоря ;

k_y – коэффициент ($k_y = 1/r_y$); r_y – сопротивление якорной цепи двигателя;

c – коэффициент пропорциональности между э. д. с. и ω .

Дифференциальное уравнение преобразователя напряжения будет иметь вид:

$$T_0 \frac{d\Delta U_{II}}{dt} = K_{II} K_6 \Delta\Theta_{зад} - K_{II} K_6 T_{01} \Delta\omega_M - K_{II} K_6 \Delta\Theta_{ИВ}, \quad (3)$$

где K_{II} – коэффициент передачи преобразователя;

K_6 – коэффициент усиления;

T_{01} – постоянная времени корректирующего звена;

$\Theta_{зад}$ – заданный угол поворота СЭП гелиоустановки;

$\Theta_{ИВ}$ – угол исполнительного вала.

В свою очередь производную угла ($\Theta_{ИВ}$) исполнительного вала можно представить уравнением:

$$\frac{d\Delta\Theta_{ИВ}}{dt} = \Delta\omega_{ИВ}, \quad (4)$$

где $\Delta\omega_{ИВ}$ – приращение угловой скорости исполнительного вала.

Дифференциальное уравнение для $\omega_{ИВ}$ запишется в таком виде:

$$T_{ИВ} \frac{d\Delta\omega_{ИВ}}{dt} + \beta_{ТР.В} \Delta\omega_{ИВ} = \Delta M_y + \Delta M_B \quad (5)$$

где ΔM_y – приращение момента угла поворота;

ΔM_B – приращение момента поворота вала;

$\beta_{ТР.В}$ – коэффициент трения вала;

$T_{ИВ}$ – постоянная времени.

Дифференциальное уравнение момента ΔM_y с учетом гармонической линеаризации для исполнительного звена с зоной нечувствительности [68,75] и с учетом коэффициента $C_{КЦ}$ будет иметь вид:

$$\frac{d\Delta M_y}{dt} = C_{КЦ} \cdot q(a) \left(T_0 \frac{d\Delta\omega_{ДВ}}{dt} + \Delta\omega_{ДВ} \right) - \left(T_0 \frac{d\Delta\omega_M}{dt} + \Delta\omega_{ДВ} \right), \quad (6)$$

где $C_{кц}$ – коэффициент упругости.

$$q(a) = k - \frac{2k}{\pi} \left(\arcsin\left(\frac{b}{a}\right) + \frac{b}{a} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \right).$$

Таким образом, система линеаризованных дифференциальных уравнений, описывающая динамику процессов СЭП гелиоустановки, будет иметь вид [85]:

$$\begin{aligned} \frac{d\Delta\omega_{ДБ}}{dt} &= \frac{1}{J} \Delta M - \frac{1}{J} \Delta M_y, \\ \frac{d\Delta I_{Я}}{dt} &= \frac{k_{Я}}{T_{Я}} \Delta U_{П} - \frac{k_{Я} k_e}{T_{Я}} \Delta \omega - \frac{1}{T_{Я}} \Delta I_{Я}, \\ \frac{d\Delta U_{П}}{dt} &= \frac{K_{П} K_6}{T_0} \Delta \Theta_{зад} - \frac{T_{01} K_{П} K_6}{T_0} \Delta \omega_{иБ} - \frac{K_{П} K_6}{T_0} \Delta \Theta_{иБ}, \\ \frac{d\Theta_{иБ}}{dt} &= \Delta \omega_{иБ}, \\ \frac{d\Delta\omega_{иБ}}{dt} &= \frac{1}{T_{иБ}} (\Delta M_y + \Delta M_B) - \frac{\beta_{ТР.Б}}{T_{иБ}} \Delta \omega_{иБ}, \\ \frac{d\Delta M_y}{dt} &= C_{кц} \cdot q(a) \left((T_0 \frac{d\Delta\omega_{ДБ}}{dt} + \Delta \omega_{ДБ}) - ((T_0 \frac{d\Delta\omega_M}{dt} + \Delta \omega_{ДБ})) \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Функциональную схему (рисунок 2), представим линеаризованной структурной схемой (рисунок 3), так как кинематическая цепь СЭП СФЭС является нелинейным звеном с зоной нечувствительности (рисунок 3).

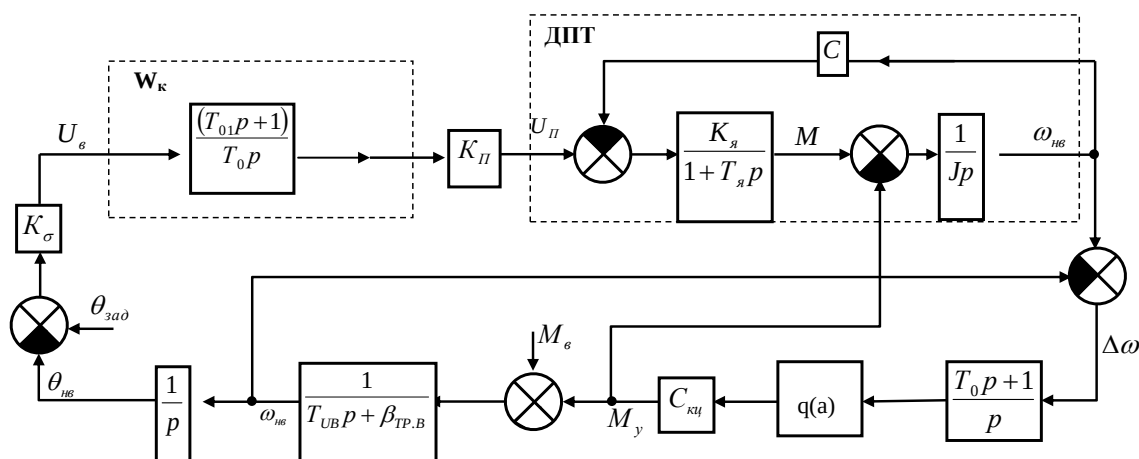


Рис. 3. Структурная схема СЭП СФЭС

На основе системы уравнений (7) и построена модель. Структурная схема модели в том виде, в котором она представляется в программе MATLAB, изображена на рисунке 4.

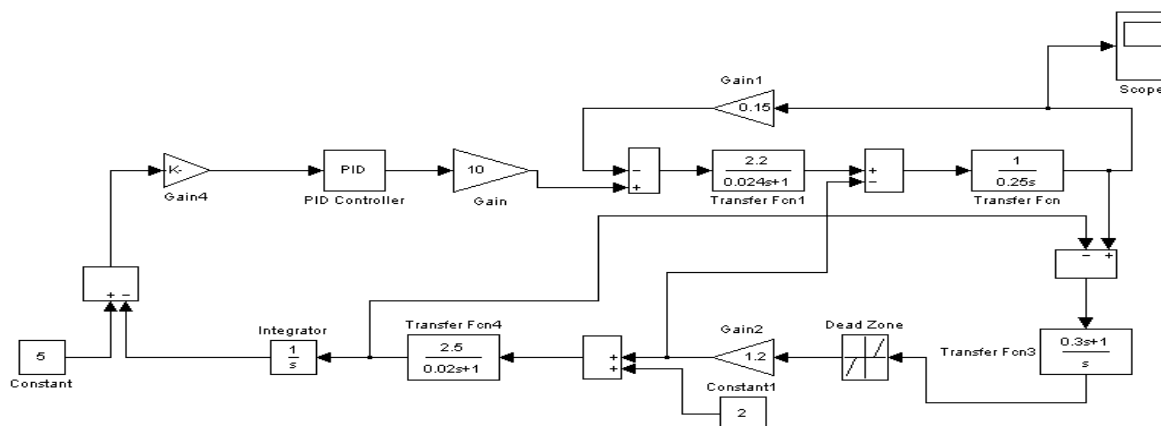


Рис. 4. Структурная схема модели СЭП СФЭС в MATLAB

Осциллограмма $\Theta(t)$ полученная в результате моделирования представлена на рисунке 5.

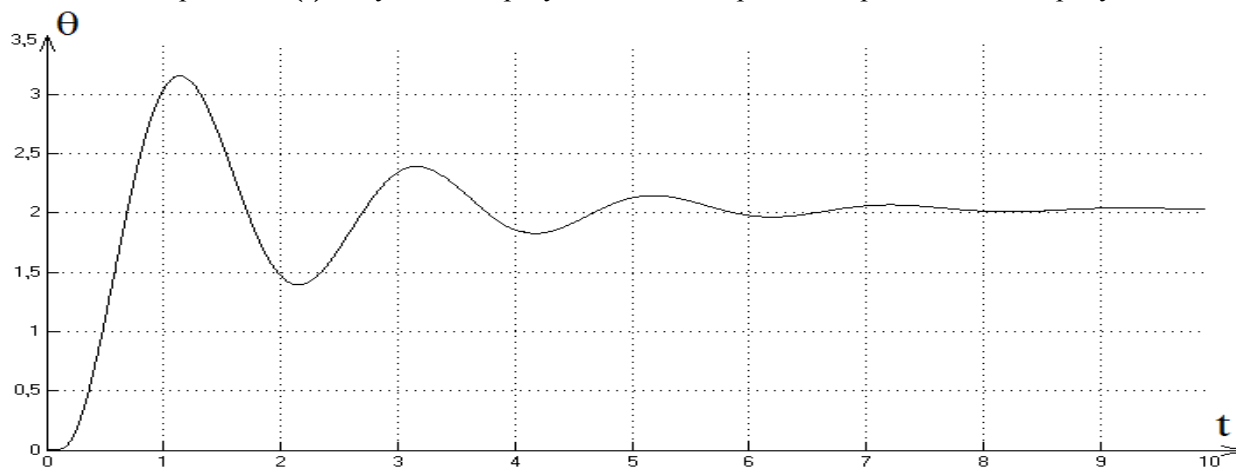


Рис. 6. Переходной процесс угла поворота задающей и обрабатывающей оси исполнительного вала

Как видно из рисунка 6 величина перерегулирования составляет 60%, время регулирования составляет 6с, и число колебаний равно 3, что не удовлетворяет нашим требованиям точности и быстродействия.

Выводы.

Полученная структурная схема следящего электропривода солнечной фотоэлектрической станции, которая разработана на базе ее математической модели, позволяет исследовать динамические свойства СЭП СФЭС в среде MATLAB.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Овсянников Е.М., Особенности следящих электроприводов гелиоустановок.– Труды МЭИ, вып.400.: Издательство МЭИ, 1979. с79-85.
- [2] Овсянников Е.М. Электропривод энергетической гелиоустановок.–Привод и управление.2000.№2.-С.4-9
- [3] Сорокин Г. А. Электроприводы энергетических гелиоустановок без концентрации излучения. Автореферат кандидатской диссертации. – М.: МЭИ.2005-23с
- [4] Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов.-2-е изд.: перераб. Изд.доп. – М.: Энергоатомиздат,2001,-704с.

Дараев А.М., Джунусов Н. А., Ибекеев С.Е.

Электрқозғалтқыштар бірконтурлық күн фотоэлектрлік станциясының динамикалық қасиеттерін зерттеу

Андатпа. Бұл мақалада электрқозғалтқыштардың бірконтурлық күн фотоэлектрлік станциясының динамикалық қасиеттерін зерттейді. Жүйенің математикалық моделі құрастырылған. Күн фотоэлектрлі зауытының кейінгі электр қозғалтқыштарының бірконтурлы схемасы әзірленген MATLAB бағдарламасында құрылымдық схеманың моделі құрылған.

Кілттік сөздер. Кейінгі қозғалтқыштар, математикалық моделі, бір тізбекті жүйесі, бағдарлама MATLAB

Daraev A.M., Dgynysov N.A., Ibekeev S.E.

Research of the dynamic properties of a single-connected electric drive of a solar photoelectric station

Summary. In the article, there are investigated the dynamic properties of the servo electric drive of a solar photovoltaic station. There was developed a mathematical model of the system. A single-circuit scheme for the servomotor drive of a solar photovoltaic station was developed. A block diagram of the model is constructed in the MATLAB program

Key words: Tracking electric drive, mathematical model, single-loop system, MATLAB program.

УДК 621.39.075

А.М. Дараев, Н.А. Джунусов, С.Е. Ибекеев

(КазННТУ им К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
serikbek@list.ru)

РЕЖИМЫ РАБОТЫ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Аннотация. Исследуются основные режимы работы следящих систем солнечной фотоэлектрической станции. А также рассматриваются структурная схема одноконтурного следящего электропривода, и ее передаточные функции.

Ключевые слова: Следящий электропривод, одноконтурная схема, режимы работы следящей системы, передаточные функции.

Нагрузку на СЭП (следящий электропривод) СФЭС (солнечной фотоэлектрической станции) составляют силы трения в кинематической цепи и ветровая нагрузка. Мощность, поглощаемая силами трения в механических передачах может в несколько раз превышать мощность на выходе кинематической цепи. Ветровая же нагрузка имеет непостоянный, непрогнозируемый характер.

Основные режимы следящего электропривода СФЭС можно разделить на две категории – рабочее и вспомогательные. К рабочим относятся режимы слежения, реализуемые путем программного управления или автосопровождения. В программном управлении закон движения объекта слежения известен и рассчитывается заранее. В режиме слежения за солнцем, получение сигнала управления связано непосредственно с объектом слежения. К вспомогательным режимам относят «переброс» исполнительного вала, «поиск» и «захват» объекта слежения. Вспомогательные режимы используются при подготовке СФЭС к работе при проведении профилактического обслуживания, для разворота с запада на восток после захода Солнца, для захвата цели в начале дня или после выхода Солнца из-за горизонта (если используется режим автосопровождения).

Элементы электропривода СФЭС должны допускать эксплуатацию во всем диапазоне температур данного района и должны быть защищены от атмосферных осадков и попадания влаги.

В зависимости от установленной мощности СЭП меняется тип управляемого преобразователя напряжения. Наиболее целесообразными для СЭП СФЭС в отношении точности, простоты технической реализации и эксплуатации представляются транзисторные и тиристорные преобразователи. Тип и исполнение управляемого преобразователя напряжения во многом определяют структуру СЭП.

Принимая во внимание значительную жесткость конструкции исполнительного механизма СФЭС, делаем допущение, что вся упругая податливость системы обусловлена кинематической цепью, состоящей из редуктора и выходной передачи, соединяющей редуктор с коренным зубчатым колесом. Моменты инерции элементов кинематической цепи приняты равными нулю ввиду их несо-

измеримости с приведенными моментами инерции двигателя и исполнительного механизма [1]. Это позволило в качестве расчетной принять двухмассовую упругую модель механической части привода, что отражено в структурной схеме рисунке 1.

В состав электромеханической схемы СЭП входят: измерительное устройство, регулятор положения, управляемый преобразователь напряжения, двигатель, исполнительный механизм.

При составлении структурной схемы механической части привода учитывались кинематические люфты и упругости, а также вязкое трение на исполнительном валу.

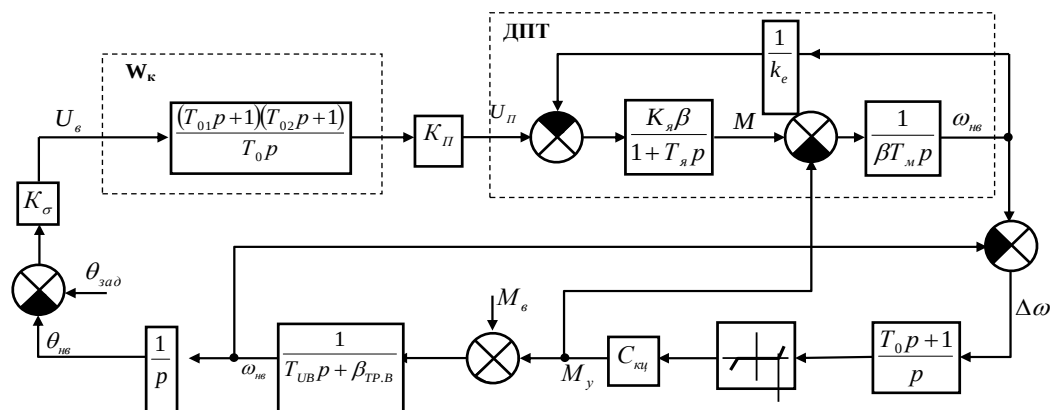


Рис. 1. Структурная схема одноконтурного СЭП СФЭС

В структурной схеме СЭП заложен астатизм второго порядка, который позволяет снизить требования к полосе пропускания СЭП и исключить скоростную и статистическую ошибки. В практике имеют место также СЭП астатизма первого и второго порядков.

К недостаткам первой категории СЭП относится наличие статистической и скоростной системы наведения. Следящие системы, обладающие астатизмом третьего порядка, позволяют дополнительно снизить требования к полосе пропускания СЭП и исключить ошибку от ускорения, однако эти СЭП относятся к категории условно устойчивых систем и остро критичны к нелинейностям в канале управления [2].

Реальные СЭП СФЭС обладают рядом нелинейностей. К ним относятся: кинематические люфты в передаче; нелинейность зависимости упругого момента от разности углов поворота вала двигателя и исполнительного вала; зона чувствительности и «насыщения» в выходной характеристике управляемого преобразователя напряжения; «насыщения» в пеленгационной характеристике датчика рассогласования; «дрейф нуля» усилителей постоянного тока и т.д. Наличие всех этих нелинейностей в СЭП с астатизмом третьего порядка сделало бы его неустойчивым, а следовательно, неработоспособным.

Следящая система с астатизмом второго порядка ($v=2$) менее чувствительна к нелинейностям характеристик элементов, чем система с $v=3$, и обладает большими точностными возможностями, чем СЭП с астатизмом первого порядка. Поэтому за основу принята структура СЭП с астатизмом $v=2$ [80].

В схеме СЭП (рис 1) астатизм второго порядка реализуется посредством пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора в контуре угла, передаточная функция которого имеет следующий вид:

$$W_{pn}(P) = \frac{U_{pn}(P)}{U_{\delta}(P)} = \frac{(T_{K1}P + 1)(T_{K2} + 1)}{T_0P}, \quad (1)$$

где $U_{pn}(P)$ - изображение Лапласа выходного напряжения регулятора положения;
 $U_{\delta}(P)$ - то же выходного напряжения измерительного устройства;
 T_0, T_{K1}, T_{K2} - постоянные времени регулятора положения.

Интегральная составляющая в (1) повышает астатизм СЭП до второго порядка, а основная дифференцирующая составляющая $T_{K1}P$ компенсирует ухудшение фазы от интегрирования, обеспечивая тем

самым устойчивостью в системе. Дополнительный пропорционально-дифференциальный оператор – $T_{к2}P + 1$ расширяет полосу пропускания и дополнительно увеличивает устойчивость СЭП [2].

Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор положения можно рекомендовать для всех типов СФЭС, где требуется повышенная точность слежения. Определение параметров регулятора будет рассмотрено в работе ниже. Для обобщения возможных структур СЭП СФЭС следует обратить внимание на передаточную функцию системы преобразователь-двигатель, т.к. именно эта часть схемы СЭП будет в дальнейшем видоизменяться.

Передаточная функция системы преобразователь-двигатель, при допущении что постоянная времени преобразователя имеет малую величину ($T_{II} \cong 0.001$), описывается следующей передаточной функцией:

$$W_{пд}(P) = \frac{\omega_{дв}(P)}{U_{пн}(P)} = \frac{K_c}{T_{м1}P(T_{я}P + 1) + 1}, \quad (2)$$

где $K_c = K_n K_{д}$ - коэффициент передачи контура скорости, 1/BC;
 K_n - коэффициент передачи управляемого преобразователя напряжения;
 $K_{д}$ - коэффициент передачи двигателя 1/BC;
 $T_{м1}$ - электромеханическая постоянная времени двигателя, с;
 $T_{я}$ - электромагнитная постоянная времени якорной цепи двигателя.

Отсутствие коэффициентов перед постоянными $T_{м1}$ и $T_{я}$ в знаменателе выражения (2) говорит о том, что в подобной простейшей схеме без обратных связей и дополнительных регулирующих звеньев затруднительно менять нужным образом соотношение между этими постоянными, особенно, если это связано с их уменьшением.

Область применения одноконтурных структур в СЭП СФЭС широка. В такой структуре технически довольно просто реализуется точность слежения, достаточная для большинства технологических процессов осуществляемых с помощью СФЭС [3,4].

Выводы

1. Исследованы особенности и требования к режимам работы электроприводов СФЭС. Основные режимы следящего электропривода СФЭС рабочие и вспомогательные. К рабочим относятся режимы слежения, К вспомогательным режимам относят «переброс» исполнительного вала, «поиск» и «захват» объекта слежения. Элементы электропривода СФЭС должны допускать эксплуатацию во всем диапазоне температур, данного района и должны быть защищены от атмосферных осадков и попадания влаги.

2. Применения одноконтурных структур в СЭП СФЭС широка. В такой структуре технически довольно просто реализуется точность слежения за солнцем. Наиболее оптимальным является пошаговый режим слежения за Солнцем, кроме этого привод достаточно выполнять с отрицательной обратной связью по положению.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. –Госэнергоиздат. Ленинград.,1963.772с.
- [2] Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов.-2-е изд.: перераб. Из.доп. – М.: Энергоатомиздат,2001,-704с.
- [3] Овсянников Е.М. Электропривод энергетической гелиоустановки. -Труды МЭИ. 2000. с-54.
- [4] Овсянников Е.М Электропривод энергетической гелиоустановки// Привод и управление. 2000. №2.-С.4-9.

Дараев А.М., Джунусов Н. А., Ибекеев С.Е.

Күн фотоэлектрлік зауытындағы кейінгі электр қозғалтқыштарының жұмыс режимдері

Түйіндеме. Бұл мақалада күн фотоэлектрлі зауыттың бақылау жүйелерінің негізгі жұмысын зерттейді. Сондай-ақ, сервожүйесі жетегінің бір тізбекті блок схемасы және оны беру функциясын қаралады.

Кілттік сөздер. Кейінгі қозғалтқыштар, біконтурлы-схемасы, жұмыс режимдерінің бақылау жүйесі, беріліс функциялары.

Р.М. Кенесбаев, Ж.А. Алыбаев, Д.Қ. Коккозов, А.Е. Маулимов

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаев,
Алматы, Республика Казахстан, dauren-93user@mail.ru)

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ГОТОВОМ ТИТАНОВОМ СЛИТКЕ

Аннотация. Проведены многочисленные исследования на определение дефектов в титановых сплавах, которые можно условно разделить на две группы: это работы с модельными источниками дефектов и процессами плавки, базирующиеся на анализе характеристик дефектов, обнаруженных при использовании промышленных технологий. К настоящему времени сложилась общепринятая система взглядов, согласно которой источниками дефектов являются частицы титана и его сплавов с высокой концентрацией атомов кислорода и азота и имеющие температуру плавления, превосходящую температуру плавки. Такие частицы могут образоваться на различных этапах подготовки шихтовых материалов к плавке. Можно предполагать, что потенциальными источниками газонасыщенных дефектов являются все составляющие шихты, содержащие титан и продукты плавки при достаточно высокой концентрации в них атомов кислорода и азота.

Ключевые слова: сплав, кислород, азот, газонасыщенных, процесс плавки.

В настоящее время газы, содержащиеся во включениях металлургического происхождения, таких как Ti-O, Ti-N и Ti-ON являются одной из основных проблем производства титана. Эти дефекты отрицательно влияют на механические свойства титановых сплавов, так как механические свойства (твердость и пластичность) содержащихся газовых включений, существенно отличаются от соответствующих характеристик матриц сплава. Таким образом, трещины зарождаются в зоне контакта дефектов матрицы при нагрузке, что приводит к катастрофическим разрушением сильно нагруженных деталей. Например, трагические последствия отказов деталей авиационных двигателей благодаря наличию подобных эффектов хорошо известны. Технология вакуумной дуговой плавки (ВДП) титановых сплавов является наиболее уязвимой с точки зрения формирования содержащих газ дефектов, и в то же время, он доминирует в общем объеме производства титановых сплавов. Усилия в течение многих лет, не привели к разработке технологии для бездефектного производства титановых сплавов методом ВДП и проблема дефектов титана, известного также как "жесткий альфа" остается неприятным аспектом использования титановых сплавов. Попытки удалить или модифицировать жесткий альфа включений методом диффузионной гомогенизации слитков потерпели неудачу из-за длительного времени, необходимого для соответствующей термической обработки при высокой температуре. Таким образом, генезис дефектов в условиях промышленных процессов, их идентификация в каждом конкретном случае, классификации, а также разработка мер по снижению образования дефектов актуальные вопросы [1].

Общепринятая концепция была разработана, в соответствии с которым источники дефектов представляют собой частицы титана и его сплавов с высокой концентрацией атомов кислорода и азота (преобладающим элементом является азот) и температурах ликвидуса, превышающих температура процесса плавки. Такие частицы могут быть сформированы на различных этапах подготовки шихты для плавки. Можно предположить, что все компоненты партии, такие как титан губчатый титан возвратных отходов производства и титановая лигатура, являются потенциальными источниками дефектов. Продукты плавки с достаточно высокой концентрацией атомов кислорода и азота, также могут быть источниками дефектов. При плавлении атомы кислорода и азота переходят в расплав за счет диффузии, температура плавления частиц, обогащенных легкими элементами уменьшается, размер включения также уменьшается, и создаются условия для их растворения. Этот сценарий имеет место для большинства частиц, обогащенных атомов кислорода и азота. Тем не менее, некоторые из них остаются в твердом состоянии до конца плавления, хотя титановой губки (плюс возвратных отходов производства титана и сплавов дополнения) плавятся дважды для многих приложений, и даже в три раза для критических авиа двигателе строения частей [2].

Исследования, которые были проведены на дефекты в титановых сплавах, можно условно разделить на две группы: процессами плавки и работы, основанные на анализе характеристик выявленных дефектов для промышленных процессов, а также работы с модельными источниками дефектов. В настоящее время модельный подход является преобладающим. Тем не менее, образцы, полученные в модельных экспериментах, могут быть не достаточны для процессов, протекающих в про-

цессе плавки в промышленных условиях, вследствие различия между характеристиками реальных и модельных источников дефектов, промышленных и экспериментальных режимов плавки, а также соответствующего оборудования.

По нашему мнению, возможности модельных подходов были почти исчерпаны. Об этом свидетельствует тот факт, что модельные подходы не привело к существенному прогрессу в понимании генезиса образования дефектов в промышленных условиях и разработка технологий для бездефектного производства титановых сплавов. В связи с этим, мы ставим наш акцент на получение информации о процессах образования дефектов исключительно на основе данных, характеризующих производственные процессы в данной работе. В этом случае, невозможно исследовать статистически репрезентативную выборку источников дефектов, так как, в среднем, один дефект образуется в несколько миллионов частиц шихты, поэтому изучение статистически значимого ансамбля дефектов промышленного происхождения было использовано в качестве основы этого подхода. Мы знаем только одну работу подобного типа в литературе [3]. Это отчет, который был опубликован Департаментом материального развития в TRW Company. Металлографические и микро рентгеноспектральные исследования семнадцати металлургических дефектов в сплаве Ti-6Al-4V были выполнены в этой работе. По результатам этой работы, образование дефектов может быть вызвано повышенной концентрацией атомов обоих легких элементов (кислорода и азота) и алюминия. Ещё одной немаловажной причиной возникновения дефектов является скорость охлаждения, то есть затвердевание сплава. Усадочные раковины и усадочная пористость образуются в титановых сплавах в результате сокращения объема металла при переходе из жидкого состояния в твердое.

Эффективных средств борьбы с рассеянной усадочной пористостью практически нет. Этот вид внутренней не сплошности металла можно заметно сократить, уменьшая размеры области затвердевания путем повышения скорости затвердевания за счет использования формовочных материалов с повышенной теплоаккумулирующей способностью. При литье под давлением рассеянная пористость значительно меньше по сравнению с литьем тех же сплавов в песчаные формы [4].

Если по каким-либо причинам усадочная пористость недопустима, подыскивают другой сплав, обладающий аналогичными эксплуатационными свойствами, но имеющий меньший температурный интервал кристаллизации. Охлаждение жидкого сплава, его кристаллизация и последующее охлаждение в твердом состоянии сопровождаются уменьшением объема или его усадкой, количественной мерой которой являются коэффициенты термического сжатия. С усадкой связано возникновение в титановых сплавах пустот в виде раковин и пор, внутренних напряжений и трещин, зазора между отливкой и поверхностью формы. На конечные размеры отливки влияет изменение объема твердого металла в результате различных фазовых превращений.

В заключение отметим, что технологические факторы особенно сильно влияют на усадочные процессы в широко - интервальных сплавах, склонных к объемному затвердеванию. В отливках из таких сплавов соотношение между объёмом пор и усадочной раковиной может изменяться в очень широких пределах. В связи с этим все зависимости усадочных и других литейных свойств от положения сплава на диаграмме состояния справедливы только в условиях постоянства технологических факторов. В противном случае будут оцениваться не усадочные свойства сплавов, а влияние условий формирования отливки. В практике литейного производства при анализе причин брака и разработке технологических процессов необходимо учитывать весь комплекс условий – и технологические факторы, и усадочные характеристики сплавов [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] D. David, et al. 1979 Etude de la diffusion de l'oxygene dans le titane α oxyde entre 7000C et 9500C, J.Less-Comm. Met., 65 1 51 69 , 0022-5088
- [2] J. P. . Bellot, A. Mitchell, 1994 Hard-alpha particle behaviour in a titanium alloy liquid pool. In: Light Metals, U. Mannweiler (Ed.), 1.187 1 .193, The Minerals, Metals Materials Society, 0-87339-264-7
- [3] E. M. Grala, 1968 Characterization of Alpha Segregation Defects in Ti-6Al-4V Alloy, Technical Report AFML-TR-68 304 , AD0845805, TRW, Inc. Cleveland, OH
- [4] Андреев А.Л., Аношкин Н.Ф., Борзцовская К.М., Бочвар Г.А., Глазунов С.Г., Добаткин В.И., Зюков-Батыреев Г.Д., Морозов Е.И., Мусатов М.И., Тейтель И.Л., Тетюхин В.В., Трубин А.Н., Чистяков Е.П., Чучурукин А.Д. Титановые сплавы. Плавка и литье титановых сплавов. М., "Металлургия", 1978.
- [5] Белов В.Д., Фадеев А.Д., Иващенко А.И., Бельтюкова С.О. Вакуумная плавка ТЗ8 и производство фосонных отливок и титановых сплавов. М.:Изд. Дом МИСиС, 2013.-107с.

Кенесбаев Р.М., Алыбаев Ж.А., Көккөзов Д.К., Маулимов А.Е.

Дайын титан құймадағы ақаулардың пайда болуы

Түйіндеме. Титанды құймалардағы ақаулар туралы жүргізілген зерттеулерді екі топқа бөлуге болады: модельдеу көздерімен жұмыс істеу және өндірістік технологияларды пайдалану кезінде табылған ақаулардың сипаттамаларын талдау негізінде. Бүгінгі күнде ақау көздері болып табылатын титан бөлшектері және оның құймаларында азот пен оттегі атомдарының биік шоғырлануымен және олардың балку температурасы балкыту процесінің температурасынан асып тусетін жалпыға бірдей қабылданған жүйесі қалыптасқан. Осындай бөлшектер шихта материалдарын балкыту процесіне дайындау кезінде түрлі кезеңдерінде қалыптасуы мүмкін. Осыдан газ-қанық ақаулардың көздері шихта құрамындағы титан және балкыту өнімдеріндегі жеткілікті жоғары концентрациясында азот пен оттегі атомдары құрайды деп болжауға болады

Түйінді сөздер: құйма, оттегі, азот, газ-қанық, балкыту процесі.

Kenesbaev R.M., Alybayev J. A., Kokkozov D.K., Maulimov A.E.

The danger of defects in the finished titanium ingot

Summary. In this article, numerous studies have been carried out to determine the defects in titanium alloys, which can be divided into two groups: work with model sources of defects and smelting processes, based on an analysis of the characteristics of defects detected using industrial technologies. By now, a generally accepted system of views has developed, according to which the sources of defects are particles of titanium and its alloys with a high concentration of oxygen and nitrogen atoms and having a melting point higher than the melting point. Such particles can form at various stages of preparation of charge materials for melting. It can be assumed that the potential sources of gas-saturated defects are all the constituent batches containing titanium and smelting products at a sufficiently high concentration of oxygen and nitrogen atoms in them.

Keywords: alloys, oxygen, nitrogen, gas-saturated, smelting processes.

УДК 621.62-822

А.П. Муслимов, А.М. Гинятуллина

(Кыргызский государственный университет им. И. Раззакова,
Бишкек, almirabari@gmail.com)

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ОБРАТНОЙ МЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой универсальной автоматической системы управления с обратной жесткой механогидравлической связью, предназначенной как для черновой, так и для чистовой обработки деталей на токарном станке. Проведенные исследования системы позволяют произвести расчет массо-геометрических и режимных параметров основных ее элементов: силового цилиндра суппорта и регулятора расхода.

Ключевые слова: автоматическая система управления, дискретный регулятор, переходной процесс, гидроцилиндр, токарный станок, клапан.

В настоящее время широкое развитие получили работы, связанные с модернизацией металлообрабатывающих станков путем оснащения их адаптивными системами управления, которые обеспечивают оптимизацию технологических процессов.

Известно, что в процессе черновой механической обработки на токарных станках возникают значительные переменные динамические нагрузки на инструмент из-за неравномерности припуска, твердости по длине обработки, структуры обрабатываемого материала, погрешности установки заготовки в шпинделе станка, переменности жесткости технологической системы, которые в совокупности приводят к появлению погрешностей геометрической формы и шероховатости обрабатываемой детали.

По этой причине это часто приводит к быстрому износу и поломке инструментов, следовательно, для устранения этих явлений необходимо автоматически снижать нагрузку на инструмент, если она превышает допустимую. При чистовой же обработке, в силу того, что глубина срезаемого слоя мала, наоборот, возникает задача стабилизации силы резания, что позволяет повысить качество обрабатываемой поверхности [1].

Таким образом, разработка универсальной автоматической системы управления режимами работ станка, которая могла бы обеспечить ее оптимальную работу для двух видов обработки, для повышения точности и производительности механической обработки, является актуальной задачей.

На рис. 1 представлена принципиальная схема универсальной автоматической системы режимами работы станка с гидравлическим приводом.

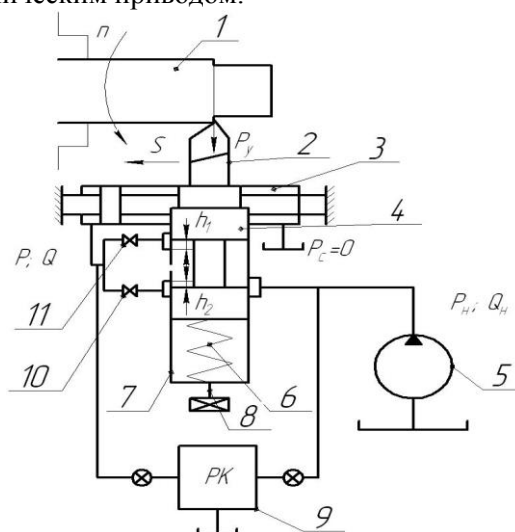


Рис. 1. Принципиальная схема автоматической системы управления режимами работы станка с механогидравлической обратной связью

Автоматическая система управления станка состоит из регулятора расхода 7, золотника 4, который механически соединен с режущим инструментом 2, гидроцилиндра привода подачи инструмента 3, гидронасоса 5, редукционного клапана 9, кранов 10 и 11. В свою очередь корпус регулятора жестко соединен с гидроцилиндром 3 привода подачи. Редукционный клапан 9 в автоматической системе предназначен для обеспечения постоянного перепада давления на регуляторе расхода жидкости 7. Величина отжатия резца регулируется с помощью винтового механизма 8, пружины 6. Деталь 1 является объектом обработки.

Автоматическая система управления режимами работ гидропривода станка является универсальной и предназначена как для черновой, так и для чистовой обработки деталей. При черновом точении кран 11 открыт, а кран 10 закрыт. Величиной зазора h_1 задается расход в гидроцилиндре 3. При возрастании радиальной составляющей силы резания P_y уменьшается величина зазора h_1 , соответственно расход, поступающий в силовой цилиндр, также уменьшается, что приводит к уменьшению подачи инструмента и сил резания [2].

Этим самым предотвращается преждевременный износ резца и даже его поломка.

При чистовом точении кран 10 открыт, а кран 11 – закрыт. Величиной зазора h_2 задается расход в гидроцилиндре. При увеличении радиальной составляющей силы резания P_y увеличивается величина зазора h_2 , соответственно растет и расход жидкости, поступающей в рабочую полость гидроцилиндра привода подачи. Следовательно, увеличивается давление в его рабочей полости и скорость цилиндра с инструментом, т.е. скорость подачи инструмента восстанавливается до заданного значения. При уменьшении радиальной силы резания P_y под действием пружины величина зазора h_1 уменьшается, и соответственно уменьшается расход жидкости, поступающей в гидроцилиндр, что опять приводит к стабилизации скорости подачи инструмента.

При этом обеспечивается качественное изготовление деталей: точность геометрических размеров и чистота обработанной поверхности.

Подача инструмента гидросуппорта без обратной связи определяется следующим уравнением [3], [4]:

$$S = \frac{Q}{F} - K_{yt} \frac{P_x}{F^2}, \quad (1)$$

где Q – расход, поступающий в силовой цилиндр;
 F – эффективная площадь поршня;

$K_{ут}$ – коэффициент утечек, зависящий от качеств уплотнения, изготовления и сборки силового цилиндра;

P_x – осевая составляющая силы резания.

Подача инструмента гидроцилиндра с обратной связью определяется следующей зависимостью:

$$S = \frac{Q}{F} - K_{ут} \frac{(P_x \pm \Delta P_x)}{F^2} \mp K_3 \Delta h_1, \quad (2)$$

где ΔP_x – изменение осевой составляющей силы резания

K_3 – коэффициент усилия регулятора расхода

$$K_3 = \mu \pi d \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta p},$$

где μ – коэффициент расхода; d – диаметр золотника регулятора расхода; g – ускорение свободного падения; γ – удельный вес рабочей жидкости; $\Delta p = p_n - p$ – перепад давления на регуляторе расхода; p_n – давление насоса; p – давление в рабочей полости силового цилиндра. $\Delta p = const$ в связи с тем, что к нему параллельно подключен редукционный клапан.

При расчете подач черновой обработки при возрастании осевой силы резания следует брать в формуле (2), ΔP_x с плюсом, а третья составляющая берется со знаком минус, что соответствует уменьшению величины открытия щели h_1 на величину Δh_1 .

При уменьшении P_x необходимо брать в формуле (2) ΔP_x с минусом, а третья составляющая со знаком плюс.

Формулу (2) можно использовать и для расчета подач инструмента гидросуппорта с обратной связью при чистовой обработке.

В случае возрастания нагрузки на ΔP_x третья составляющая берется со знаком плюс, а при уменьшении нагрузки на ΔP_x третья составляющая будет иметь знак минус.

Рассмотрим влияние радиальной составляющей силы резания P_y на изменение рабочей щели золотника h_1 и h_2 соответственно при чистовой и черновой обработке деталей на токарном станке с целью выбора оптимальных параметров системы управления.

Расход жидкости гидроцилиндра при черновом точении определяется из следующей зависимости:

$$Q_2 = F \cdot S_{мчер} = 2.827 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с},$$

где $F = 0,0028 \text{ м}^2$ – рабочая площадь гидроцилиндра привода подачи,

$S_{мчер} = 0,01 \text{ м/с}$ – подача для черновой обработки.

Определяем коэффициент усиления расхода золотника по формуле:

$$k_3 = \mu \cdot \pi \cdot d_3 \cdot \sqrt{\frac{2(p_n - p)}{\rho}} = \mu \cdot \pi \cdot d_3 \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = 0,006 \text{ м}^2/\text{с}, \quad (3)$$

где $\mu = 0,65$; $d_3 = 0,012 \text{ м}$; $\rho = 895 \text{ кг/м}^3$ – плотность рабочей жидкости; $\Delta p = 0,027969 \text{ кгс/м}^2$ – перепад давления на золотнике.

Величина рабочей щели золотника h_2 определяется из отношения:

$$h_2 = Q_2/k_3 = 1,3 \text{ мм}$$

Жесткость пружины регулятора расхода жидкости при черновом точении определяется из зависимости:

$$c_2 = P_{y2}/h_1 = 16,25 \text{ кг/мм},$$

где $P_{y2} = 750 \text{ Н}$ – радиальная составляющая силы резания при черновой обработке детали.

Аналогично рассчитываются параметры системы при чистовой обработке:

$$Q_1 = F \cdot S_{мчис} = 2.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с},$$

где $F = 0,0028 \text{ м}^2$ – рабочая площадь гидроцилиндра привода подачи,

$S_{мчис} = 0,001 \text{ м/с}$ – подача для чистовой обработки детали.

Величина рабочей щели золотника h_1 определяется из отношения:

$$h_1 = Q_1/k_3 = 0,46 \text{ мм},$$

Жесткость пружины регулятора расхода жидкости при чистовом точении определяется из зависимости:

$$c_1 = P_{y1}/h_2 = 4,3 \text{ кг/мм},$$

где $P_{y1} = 200 \text{ Н}$ – радиальная составляющая силы резания при чистовой обработке детали.

Таким образом, разработанная гидравлическая система является универсальной и позволяет автоматически регулировать режимы работы станка при черновой и чистовой обработки детали, тем самым обеспечивает повышение точности и качества обрабатываемой поверхности, а произведенные статические расчеты гидропривода с обратной связью позволяют произвести расчет геометрических параметров щелей, соответственно h_1 – при черновой обработке и h_2 – при чистовой обработке и коэффициентов жесткости пружины регулятора расхода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вейц В.Л., Максarov В.В., Схиртладзе А.Г. Резание материалов: уч. пос. СПб.: СЗТУ, 2002. – 232 с.
- [2] Ву Д, Лю К. Аналитическая модель динамики резания металлов. Ч 1,2. Конструирование и технология машиностроения. М.: Мир, 1985. – №2. – С.89 – 100.
- [3] Синопальников В.А. Надежность и диагностика технологических систем: учебник. – М.: Высшая школа 2005. – 343 с.
- [4] Справочник технолога- машиностроителя. В 2 т. Т.2 (Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.) – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2002. – 496 с.

Муслимов А.П., Гинятуллина А.М.

Автоматты жүйе кері механогидравликалық байланыспен.

Түйіндеме. Мақалада сұрақтар әзірлеуге байланысты әмбебап автоматты басқару жүйесінің кері қатан механогидравликалық байланыспен, арналған үшін чернова және таза өңдеу бөлшектерді станокта. Жүргізілген зерттеулер жүйесін жасауға мүмкіндік береді есептеу масса-геометриялық және режимдік параметрлерін, оның негізгі элементтері: күштік цилиндр суппорт және реттеуіш пайдаланылады.

Түйін сөздер: автоматты басқару жүйесі, дискретті реттеуші, өтпелі процесс, гидроцилиндр, токарь станогы, клапан.

Muslimov A.P., Ginyatullina A.M.

Automatic system with reverse mechanohydraulic coupling.

Summary. The article deals with issues related to the development of a universal automatic control system with a reverse rigid mechanohydraulic coupling, intended for both roughing and finishing machining of parts on a lathe. The conducted researches of the system make it possible to calculate the mass-geometric and regime parameters of its main elements: the cylinder of the support and the flow controller.

Key words: the automatic control system, discrete regulator, transient, hydraulic cylinder, lathe, valve.

УДК 621,777

А.М. Достоева¹, М.М. Доспаев², И.В. Фигуринене³, С.Ш. Кажикенова⁴

⁽¹⁾Карагандинский государственный технический университет;

⁽²⁾РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья РК»

«Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева»;

⁽³⁾Карагандинский государственный медицинский университет;

⁽⁴⁾Карагандинский государственный университет,

Караганда, Республика Казахстан, ardak_erkekyz@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛЮМИНИЯ НА ЖАРОПРОЧНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Fe-C-SI-MN-AL

Аннотация. Исследование сплавов железа с алюминием в качестве легирующего элемента показало, что алюминий в значительной мере повышает жаропрочность железистых сплавов. Кроме жаропрочности, введение алюминия в большой степени увеличивает окалиностойкость, и этот сплав имеет достаточно высокую цементацию. В статье рассматривается исследование влияния алюминия на жаропрочные свойства сплавов системы Fe-C-Si-Mn-Al.

Ключевые слова: алюминий, жаропрочный сплав, диаграмма.

Скорость окисления при высоких температурах зависит от свойств образующейся на поверхности металла окисной пленки. Чем она плотнее и однороднее, тем лучше защищает поверхность от окисления. Окислы, входящие в состав пленки, не должны возгоняться, должны быть тугоплавкими и не должны образовывать легкоплавкие эвтектики. Пленка должна иметь низкую ионную проводимость. Жаростойким сплавом принято считать такой, у которого потеря с окислой не превышает $0,0002 - 0,0004 \text{ г/см}^2/\text{час}$. Это условие относится к сплавам железа с хромом и кремнием и остается в силе для сплавов железа с алюминием.

Можно сказать, что, несмотря на исключительные свойства сплава железа с алюминием, он нигде (об этом можно судить по литературным данным) не производился в больших количествах. Однако как сплавы железа с алюминием, так и пиррофаль (хим. состав: % C 1-1,2; Si до 0,5; Al 29-31; Mn до 0,7; P до 0,04; S до 0,08) нуждались в дальнейшей разработке технологии производства отливок, которая могла бы обеспечить высокое качество изделий при минимальных производственных затратах. Технологию выплавки пиррофалья, которая позволяет наладить производство отливок в широком масштабе, разработал З. Эмингер со своим рабочим коллективом. Коллективом были получены новые данные об этом сплаве, на основе которых и была разработана технология его производства [1].

Вследствие большого потенциала, исследования жаропрочного сплава на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al и Fe-C-Si-Mn-Al-Cr являются актуальной задачей.

Структура жаропрочного сплава на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al - ферритно-графитовая, они служат материалом для производства деталей, работающих при высоких температурах. Этот сплав обладает высокой жаростойкостью благодаря повышенному содержанию алюминия в сплаве. То есть содержание алюминия влияет на прочностные и эксплуатационные свойства деталей горно-шахтного оборудования.

Фазовая диаграмма жаропрочного сплава на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al была построена с помощью программы Thermo-Calc. На рисунке 1 показана фазовая диаграмма, состав сплава: 2,5-3,2% C, 1,0 % Si, 0,6% Mn, 5,5 % Al, остальное Fe.

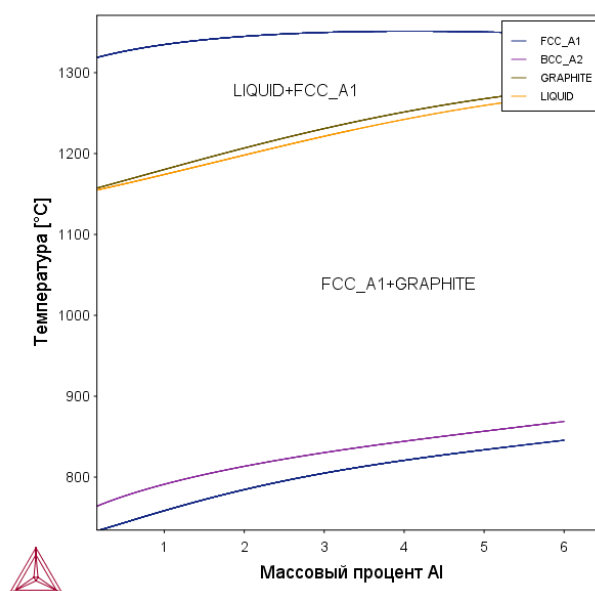


Рис. 1. Фазовая диаграмма жаропрочного сплава на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al, по оси X массовый процент Al

В таблице 1 приведен состав стабильной фазы γ -железо (FCC_A1).

Таблица 1. Состав фазы γ -железо (FCC_A1)

Компонент	Мольная доля, %	Массовая доля, гр.
Fe	84,07	92,2
Al	10,21	5,41
Si	1,69	0,09
Mn	0,34	0,08
C	0,06	0,06

На рисунке 2 показана фазовая диаграмма жаропрочного сплава на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al, по оси X массовый процент C.

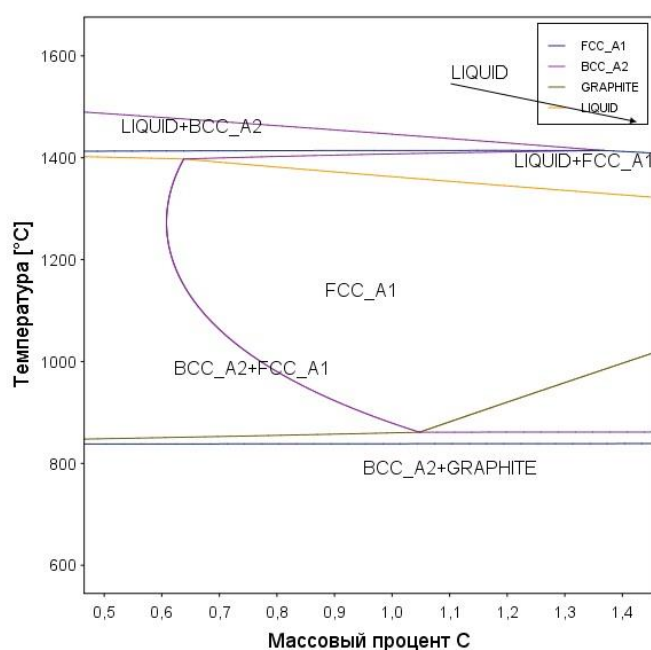


Рис. 2. Фазовая диаграмма жаропрочного сплава на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al, по оси X массовый процент C

Как видно из фазовых диаграмм, алюминий хорошо растворяется в α -железе, образует широкие области с объемно центрированной кубической структурой твердых растворов.

Данные, полученные из программы Thermo-Calc показывают, многокомпонентный сплав на базе системы Fe-C-Si-Mn-Al состоит из следующих фаз: графит, α -железо (BCC_A2), γ -железо (FCC_A1), жидкость. В таблице 2 приведен состав стабильной фазы α -железо (BCC_A2).

Таблица 2. Состав фазы α -железо (BCC_A2)

Компонент	Мольная доля, %	Массовая доля, гр.
Fe	86,06	92,54
Al	11,12	5,78
Si	2,25	1,22
Mn	0,41	0,44
C	0,15	0,04

В жаропрочных сплавах системы железо – алюминий образуются следующие фазы: Fe_3Al , FeAl_2 , Fe_2Al_5 , FeAl_3 . Эти фазы относятся к стабильным. Они характеризуются областями гомогенности.

Далее для исследования жаропрочного многокомпонентного сплава системы Fe-C-Si-Mn-Al-Cr были построены изотермические разрезы и фазовая диаграмма с помощью программы Thermo-Calc (база данных TCFe8). Состав сплава приведен в таблице 3.

Таблица 3. Состав жаропрочного сплава системы Fe-C-Si-Mn-Al-Cr

Элемент	Содержание в сплаве, %
C	2,5
Si	1
Mn	0,6
Al	15
Cr	15
Fe	65,9

Как видно, из полученных данных с помощью программы Thermo-Calc (база данных TCFE8) (таблица 4), в сплаве имеются следующие стабильные фазы: BCC_A2#1, FCC_A1#1, FCC_A1#2, M7C3#1, GRAPHITE#1, KAPPA#1, HCP_A3#1, M3C2#1, AL4C3#1. Жаропрочный сплав состоит из 9 основных стабильных фаз. Стабильная фаза, приводит фазовую диаграмму состояния жаропрочного сплава к абсолютному минимуму свободной энергии.

Таблица 4. Стабильные фазы, имеющиеся в сплаве с показанием процентного содержания алюминия и хрома в фазе

Стабильные фазы	Процентное содержание Al в фазе, %	Процентное содержание Cr в фазе, %
BCC_A2#1	9,977	3,2
FCC_A1#1	8,897	4,046
M7C3#1	-	39,727
GRAPHITE#1	-	-
KAPPA#1	22,186	-
HCP_A3#1	21,888	0,642
M3C2#1	-	40
AL4C3#1	57,13	-

В фазовой диаграмме системы Fe-C-Si-Mn-Al-Cr при содержании алюминия более 15% образуется фаза Al_4C_3 при температуре $735^{\circ}C$ (рисунок 3). Энтальпия при этом составляет 5882 Дж. И как видно из диаграмм состояния при температуре $636^{\circ}C$ образуется графитовая фаза. Фаза M3C2#1 состоит из 60% хрома и 40 % углерода. Фаза KAPPA#1 состоит из 64 % железа, 22 % алюминия, 14 % углерода.

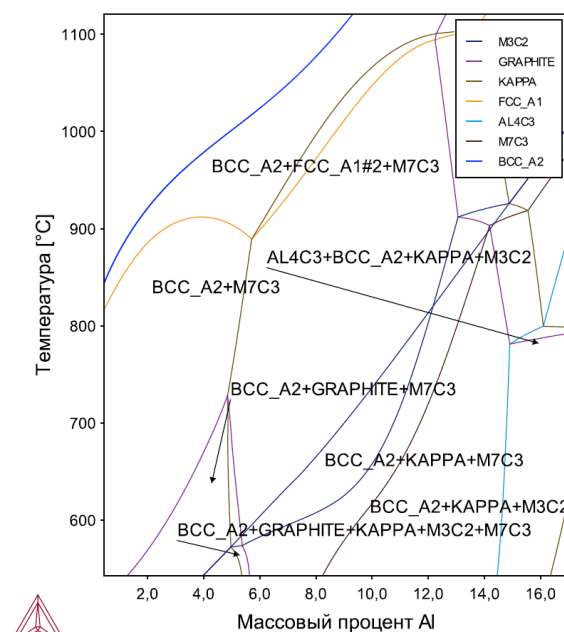


Рис. 3. Фазовая диаграмма системы Fe-C-Si-Mn-Al-Cr.

Согласно изотермическим разрезам диаграммы состояния системы Fe-Al-Cr (рисунок 4) при 1150⁰C в сплаве присутствует следующие фазы: BCC_A2#1, Al₅Fe₄, Al₂Fe, Al₅Fe₂, Al₁₃Fe₄, Al₅Fe₄. В таблице 5 приведены данные о процентных содержаниях элементов в каждой фазе.

Таблица 5. Процентное содержание элементов в каждой фазе системы Fe-Al-Cr.

Фаза	Процентное содержание Fe в фазе, %	Процентное содержание Al в фазе, %	Процентное содержание Cr в фазе, %
BCC_A2#1	33,6	55,3	11,1
Al ₅ Fe ₄	39,7	60,3	-
Al ₂ Fe	33,3	66,7	-
Al ₅ Fe ₂	28,6	71,4	-
Al ₁₃ Fe ₄	75,3	24,7	-
Al ₅ Fe ₄	37,1	62,9	-

Как видно из изотермических разрезов, самую большую область охватывает фаза Al₂Fe. Эта фаза является равновесной, и твердый раствор алюминия присутствует в равновесном состоянии с этой фазой.

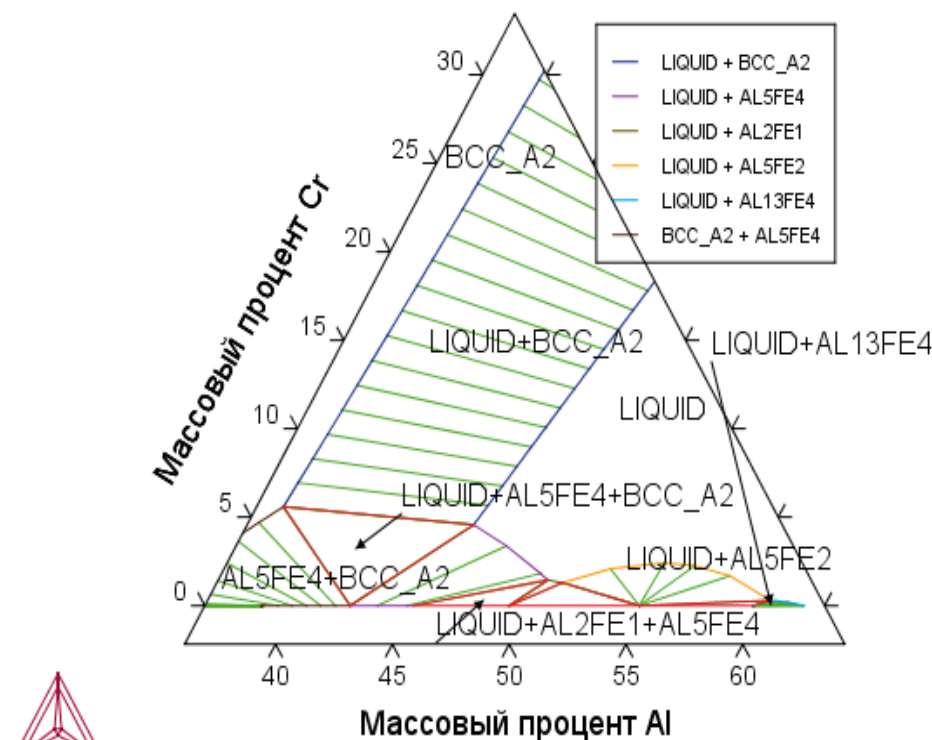


Рис. 4. Изотермические разрезы при 1150⁰C системы Fe-Al-Cr

На рисунке 5 показаны изотермические разрезы диаграмм состояний тройных сплавов Fe-Al-Cr при 750⁰C.

Уже при 750⁰C образуется новая фаза Al₇Cr. И эта же фаза охватывает самую большую область. Вне максимальной супернасыщенности фазы Al₇Cr и разложение в теле прерывистыми осадками, приводящими к двум сосуществующим твердым растворам и интерметаллическому составу, наблюдается рост скорости охлаждения, переохлаждения и состава. В фазе Al₇Cr присутствует 87,5% алюминия и 12,5% хрома. В итоге эти стабильные фазы приводят к абсолютному минимуму свободной энергии.

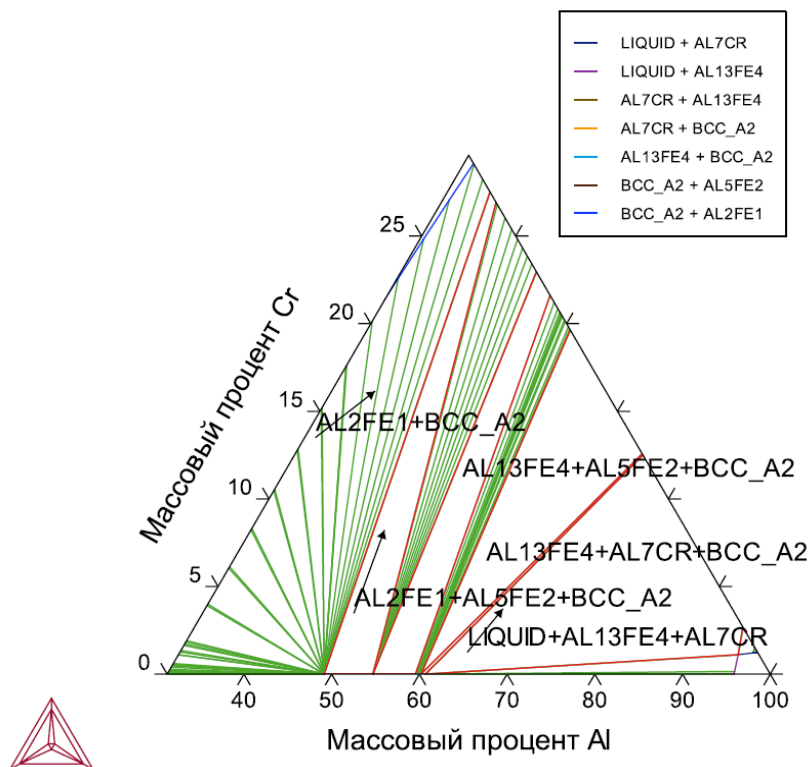


Рис. 5. Изотермические разрезы диаграмм состояний тройных сплавов Fe-Al-Cr при 750°C

Как видно из диаграмм, при внедрении хрома в жаропрочный сплав линии растворимости скапливаются к углу меньшими концентрациями, при этом изменяется энергия связи атомов в кристаллической решетке, а также искажается скорость диффузии алюминия и хрома.

По результатам построенных фазовых диаграмм видно, что для *повышения прочности железистых сплавов основной фазой является γ' -фаза*. Её кристаллическая решетка – *гранецентрированная кубическая*.

С добавлением алюминия в сплав в *большом количестве* повышается количество твердых фаз. В связи с этим увеличится их *термическая стойкость*. Например, при содержании алюминия 0,6% количество твердой фазы составляет 5,1%, при 1,7% алюминия 25,2%, при 4,1% алюминия составляет 42,5%.

Из этого следует, что *алюминий* является одним из важнейших легирующих элементов в железных жаропрочных сплавах. Совместное легирование алюминием и хромом показывает более эффективные результаты, чем введение одного только хрома.

Как было доказано выше, *чем больше содержание алюминия в сплаве, тем больше он влияет на повышение жаропрочных свойств сплавов*.

ЛИТЕРАТУРА

<http://mastrekon.ru/splavy-zheleza-s-alyuminiem/>.

Достаева А.М., Доспаев М.М., Фигуринене И.В., Кажикенова С.Ш.

Fe-C-Si-Mn-Al система қорытпаларының ыстыққа беріктік қасиеттеріне алюминийдің әсерін зерттеу

Түйіндеме. Легрлеуші элементтер ретінде алюминиймен темір қорытпаларын зерттеу көрсеткендей, алюминий қандайда бір мөлшерде темір қорытпаларының ыстыққа беріктігін арттырады. Ыстыққа беріктіктен басқа, алюминийді көп мөлшерде енгізу отқабыршықтануына төзімділігін арттырады, және де осы қорытпады цементация біршама жоғары болады. Мақалада Fe-C-Si-Mn-Al система қорытпаларының ыстыққа беріктік қасиеттеріне алюминийдің әсерін зерттеу қарастырылған.

Кілт сөздер: алюминий, ыстыққа беріктікті қорытпа, диаграмма.

Dostaeva A.M., Dospaev M.M., Figurinene I.V., Kazhikenova S.Sh.

Investigation of the influence of aluminum on the high-temperature properties of Fe-C-Si-Mn-Al alloys

Summary. Investigation of alloys of iron with aluminum as an alloying element showed that aluminum greatly increases the heat resistance of ferruginous alloys. In addition to heat resistance, the introduction of aluminum to a large extent increases the scale resistance, and this alloy has a sufficiently high cementation. The article studies the influence of aluminum on the heat-resistant properties of Fe-C-Si-Mn-Al alloys.

Key words: aluminum, high-temperature alloy, diagram.

УДК 622.276 (075)

Р.В. Даурова, К.К. Елемесов, З. Б. Имансакипова

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, zemfira.iman@mail.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗОБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА

Аннотация Приведены современные методы воздействия на призобойную зону пласта и способы интенсификации добычи нефти при различных методах, при высокопарафинистых месторождениях Западного Казахстана именно энерго и ресурсосберегающие технологии термозаводнения. При выборе энергосберегающей технологии в нашем случае должен быть минимум энергозатрат и получение максимума энергоэффекта при разработке месторождения.

Ключевые слова: Пласт, нефтеотдача, скважина, пластовое давление, тепловые, химические, газовые и гидродинамические методы, гидродинамическое сопротивление, залежь.

Введение

Эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов современными, промышленно освоенными методами разработки во всех нефтедобывающих странах на сегодняшний день считается неудовлетворительной, притом что потребление нефтепродуктов во всем мире растет из года в год. Средняя конечная нефтеотдача пластов по различным странам и регионам составляет от 25 до 40%.

Например, в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии средняя нефтеотдача пластов составляет 24–27%, в Иране – 16–17%, в США, Канаде и Саудовской Аравии – 33–37%, в странах СНГ и России – до 40%, в зависимости от структуры запасов нефти и применяемых методов разработки.

Остаточные или неизвлекаемые промышленно освоенными методами разработки запасы нефти достигают в среднем 55–75% от первоначальных геологических запасов нефти в недрах.

Поэтому актуальными являются задачи применения новых технологий нефтедобычи, позволяющих значительно увеличить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, на которых традиционными методами извлечь значительные остаточные запасы нефти уже невозможно.

1. Цели применения МУН.

Повышение нефтеотдачи на разрабатываемых месторождениях равносильно открытию новых месторождений, поэтому данная проблема весьма актуальна.

Во всем мире с каждым годом возрастает интерес к методам повышения нефтеотдачи пластов, и развиваются исследования, направленные на поиск научно обоснованного подхода к выбору наиболее эффективных технологий разработки месторождений.

В целях повышения экономической эффективности разработки месторождений, снижения прямых капитальных вложений и максимально возможного использования реинвестиций весь срок разработки месторождения принято делить на три основных этапа.

На первом этапе для добычи нефти максимально возможно используется естественная энергия пласта (упругая энергия, энергия растворенного газа, энергия законтурных вод, газовой шапки, потенциальная энергия гравитационных сил).

На втором этапе реализуются методы поддержания пластового давления путем закачки воды или газа. Эти методы принято называть вторичными.

На третьем этапе для повышения эффективности разработки месторождений применяются методы увеличения нефтеотдачи (МУН).

Распределение остаточной нефтенасыщенности пластов требует, чтобы методы увеличения нефтеотдачи эффективно воздействовали на нефть, рассеянную в заводненных или загазованных зонах пластов, на оставшиеся с высокой текущей нефтенасыщенностью слабопроницаемые слои и пропластки в монолитных заводненных пластах, а также на обособленные линзы и зоны пласта, не охваченные дренированием при существующей системе добычи. Представляется совершенно бесспорным, что при столь широком многообразии состояния остаточных запасов, а также при большом различии свойств нефти, воды, газа и проницаемости нефтенасыщенных зон пластов не может быть одного универсального метода увеличения нефтеотдачи.

Известные методы увеличения нефтеотдачи пластов в основном характеризуются направленным эффектом и воздействуют максимум на одну-две причины, влияющие на состояние остаточных запасов.

Нефтяную залежь и месторождении принято рассматривать как объекты управления.

Одним из главных принципов управления является принцип оптимальности. От того, как реализуется этот принцип в процессе разработки месторождения, устанавливается эффективность самого организационного процесса и качество проектных и организационных структур.

Таким образом, общий принцип управления, трансформируемый в управляющие действия через оптимальность, оценивает качество процесса управления объектом.

Из множества вариантов технологий разработки должен быть выбран тот, который обеспечивает экстремальное значение коренного качества.

Поскольку процесс разработки относится к многопараметрическим процессам, поэтому здесь в принципе может рассматриваться целая группа критериев оптимальности. В таких случаях проводится специальная иерархия критериев по их значимости. Причем, здесь исключительно важно сделать правильный выбор – правильно выбранный главный критерий и принятые соответствующие решения как раз и обеспечивают общий стратегический успех разработки месторождения. Это особенно важно при разработке крупных месторождений, когда получаеый эффект (или нерациональные потери) могут быть весьма значительными.

Для выбора основного критерия может быть использована теория так называемой декомпозиции, предполагающая разбиение исходного сложного объекта на более простые (той же породы), которые в своей совокупности эквивалентны исходному объекту.

В основе декомпозиции лежит иерархизация и назначение порядка управляющих воздействий.

Итак, в рамках теории оптимального управления задача сводится к нахождению некоторого экстремума функции, зависящей от внутренних параметров (величин), определяемых из соотношении модели (), внешних управляемых величин u (например, параметр температуры) и так называемых «возмущений» w в определенный момент времени t . Ищется интеграл, принимающий минимальное или максимальное значение:

$$I = \int_{t_0}^t f_0(t, g, u, w) dt.$$

Энергетический критерий оптимизации процесса термозаводнения является наиболее фундаментальным.

Если сам процесс с производством энергоносителя (добыча нефти), энергетический критерий и принцип являются наиболее органичными и объективными. Когда затрачивается энергия для получения энергии (главным образом), принимаемые решения здесь должны проходить через максимизацию получения энергии и минимизацию энергозатрат в процессе производств

2. Современные методы увеличения нефтеотдачи классифицируются на:

I. Тепловые:

- паротепловое воздействие на пласт;
- внутрипластовое горение;
- вытеснение нефти горячей водой;
- пароциклические обработки скважин.

II. Газовые:

- закачка воздуха в пласт;
- воздействие на пласт углеводородным газом (в том числе ШФЛУ);
- воздействие на пласт двуокисью углерода;
- воздействие на пласт азотом, дымовыми газами и др.

III. Химические:

- вытеснение нефти водными растворами ПАВ (включая пенные системы);
- вытеснение нефти растворами полимеров;
- вытеснение нефти щелочными растворами;
- вытеснение нефти кислотами;
- вытеснение нефти композициями химических реагентов (в том числе мицеллярные растворы и др.);
- микробиологическое воздействие.

IV. Гидродинамические методы:

- интегрированные технологии;
- вовлечение в разработку недренируемых запасов;
- барьерное заводнение на газонефтяных залежах;
- нестационарное (циклическое) заводнение;
- форсированный отбор жидкости;
- ступенчато-термальное заводнение.

V. Группа комбинированных методов.

С точки зрения воздействия на пластовую систему в большинстве случаев реализуется именно комбинированный принцип воздействия, при котором сочетаются гидродинамический и тепловой методы, гидродинамический и физико-химический методы, тепловой и физико-химический методы и так далее.

VI. Методы увеличения дебита скважин.

Отдельно следует сказать о так называемых физических методах увеличения дебита скважин. Объединять их с методами увеличения нефтеотдачи не совсем правильно из-за того, что использование методов увеличения нефтеотдачи характеризуется увеличенным потенциалом вытесняющего агента, а в физических методах потенциал вытесняющего нефть агента реализуется за счет использования естественной энергии пласта. Кроме того, физические методы чаще всего не повышают конечную нефтеотдачу пласта, а лишь приводят к временному увеличению добычи, то есть повышению текущей нефтеотдачи пласта.

К наиболее часто применяемым физическим методам относятся:

- гидроразрыв пласта;
- горизонтальные скважины;
- электромагнитное воздействие;
- волновое воздействие на пласт;
- другие аналогичные методы.

3. Энерго- и ресурсосберегающие технологии термозаводнения

Тепловые и энергосберегающие МУН – это методы интенсификации притока нефти и повышения продуктивности эксплуатационных скважин, основанные на искусственном увеличении температуры в их стволе и призабойной зоне. Применяются тепловые МУН в основном при добыче высоковязких парафинистых и смолистых нефтей. Прогрев приводит к разжижению нефти, расплавлению парафина и смолистых веществ, осевших в процессе эксплуатации скважин на стенках, подъемных трубах и в призабойной зоне.

Возникший «энергетический кризис» в мировой индустрии и проблемы сохранения энергоресурсов, которые беспокоят сейчас все страны мира, стимулировали научную работу в этом направлении.

Главным вопросом при создании энергосберегающей технологии является удовлетворение определенному критерию – энергетическому оптимуму при реализации процесса, например, процесса термозаводнения.

При выборе энергосберегающей технологии в нашем случае должен быть минимум энергозатрат и получение максимума энергоэффекта при разработке месторождения.

Термический метод воздействия на нефтяные пласты, каким является термозаводнение, связан с подготовкой теплоносителя. В этих условиях необходимо применение положения об ограниченном во времени нагреве воды. При этом основной по времени период разработки месторождения – поздняя стадия разработки, которая должна проходить без сжигания топлива на нагрев воды. Поэтому в определенный момент должен быть осуществлен переход на закачку обычной воды, продвигающую ранее закачанную оторочку из горячей воды.

При рассмотрении энергозатрат сначала учитывались затраты только на нагрев и закачку горячей воды. Как показали дальнейшие исследования, имеются условия, когда необходимо учитывать общий энергобаланс, включающий энергию, затрачиваемую и на добычу нефти при эксплуатации. Это является более общим случаем в рассматриваемой проблеме.

В нашем случае по параметру времени должен оптимизироваться следующий комплекс, учитывающий:

- балансовые запасы нефти;
 - геолого-промысловые условия – неоднородность пластов;
 - предысторию разработки месторождения;
 - процесс разработки и эксплуатации;
 - нефтеотдачу при различных условиях и продолжительности нагнетания теплоносителя;
 - общий энергобаланс при сравниваемых технологиях разработки.
- Оптимизационное соотношение формализовано в виде следующего математического неравенства:

$$\frac{w_3 \beta \left[\int_{t_n}^{t_r} \mu_r(t) dt - \int_{t_n}^{t_r} \mu_x(t) dt \right]}{\left[(v_r + V_r) \int_{t_n}^{t_r} q_r(t) dt + \int_{t_n}^{t_r} E_r(t) q_{rx}(t) dt \right] - \left[(d_x + v_x) \int_{t_n}^{t_r} q_x(t) dt + \int_{t_n}^{t_r} E_x(t) q_{xx}(t) dt \right]} \leq 1,$$

где w_3 - запасы нефти;

β - теплотворная способность нефти;

$\mu_r(t)$ - текущая нефтеотдача при нагнетании теплоносителя (горячей воды), функция температуры;

t_n - время перехода на энергосберегающую технологию (начало продвижения созданной оторочки горячей воды с помощью закачки обычной ненагретой воды);

t_r, t_x - время достижения обводненности, например, 98%, соответственно при продолжении закачки горячей воды и при реализации энергосберегающей технологии;

V_r - энергия затрачиваемая на нагрев 1 м^3 воды до необходимой температуры;

v_r, V_x - энергия используемая для закачки горячей 1 м^3 и холодной воды;

d_x - дополнительная энергия на закачку холодной воды с целью сохранения темпов разработки;

$q_r(t), q_x(t)$ - расход нагнетаемой горячей и холодной воды;

$q_{rx}(t), q_{xx}(t)$ - дебиты жидкости при технологиях продолжения нагнетания горячей воды и применении энергосберегающей технологии.

$E_{rx}(t) E_{xx}(t)$ - расход энергии на подъем 1 м^3 жидкости при продолжении закачки горячей воды и при энергосберегающей технологии.

Выражения, стоящие в числителе, определяют динамику добычи нефти в соответствующие периоды и их энергетический эквивалент; в знаменателе – функции, определяющие суммарные энергозатраты в процессе разработки при продолжении нагнетания горячей воды и при переходе ненагретую воду в энергосберегающем варианте.

Когда левая и правая части неравенства будут равны, по наступает момент равенства энергий от дополнительно получаемой нефти при продолжении нагнетания горячей воды и потребными дополнительными общими энергозатратами на нагрев воды, ее закачку и эксплуатацию скважин, т.е. наступают условия энергетической нецелесообразности продолжения нагрева нагнетаемой воды.

Таким образом, время перехода на закачку ненагретой воды определяется с учетом соотношения неравенства, причем применяется метод перебора параметров. Для этого используются высокоэффективные современные ЭВМ.

Выражение, стоящее в числителе и знаменателе является сложной функцией. При решении термодинамической задачи разработки нефтяного месторождения (неизотермический фильтрации двухфазной неньютоновской жидкости в неоднородных пластах) используется система дифференциальных уравнений второго порядка, решаемая методами конечных разностей на ЭВМ.

Исследования комплекса неравенства при нахождении t относятся ко второму расчетному контуру, который служит для принятия стратегических управляющих решений с учетом так называемых обратных связей по процессу разработки – в данном случае- переходу на энергосберегающий вариант технологии путем изменения температуры нагнетаемого вытеснения.

Комплекс нравенства по существу включает все основные элементы расчетной термогидродинамической модели – учет неоднородности пластов, предисторию разработки месторождения, характер размещения нагнетательных и добывающих скважин и др.

Энерго- и ресурсосберегающая технология термозаводнения месторождения парафинистой нефти базируется на:

- термогидродинамическом механизме воздействия на нефтяные пласты (термозаводнении);
- современной высокоэффективной физико-математической оптимизационной расчетной модели, учитывающей фундаментальные параметры;
- физико-химических свойствах парафинистых нефтей;
- неоднородности продуктивных пластов;
- системе размещения добывающих и нагнетательных скважин.

В зависимости от указанных параметров устанавливается оптимальный режим термозаводнения. Например, для месторождения Узень это связано с определением добычи нефти и нефтеотдачи при условиях:

- продолжении нагнетания горячей воды на месторождении;
- реализации энергосберегающей технологии, предусматривающей переход на закачку обычной ненагретой воды.

Оптимизационная модель предполагает определение оптимального времени перехода на нагнетание ненагретой воды и сравнение технологических и энергетических показателей при двух, указанных выше, вариантах разработки.

Отмеченное выше требует построения расчетной модели и проведения всех необходимых термогидродинамических расчетов на ЭВМ.

В основе расчетного метода лежит система дифференциальных уравнений, описывающая процесс неізотермической фильтрации парафинистых нефтей в неоднородных пластах при различных системах воздействия на пласты – рядных, площадных и избирательных систем термозаводнения.

Для коллекторов месторождения Узень характерна слоистая неоднородность по проницаемости. Поэтому система уравнений может быть выписана для каждого слоя K .

Уравнения неразрывности

$$m \frac{ds^k}{dt} + dIVW_B = 0;$$

$$-m \frac{ds^k}{dt} + dIVW_H = 0,$$

Где m - пористость;

S - водонасыщенность;

$(1-S)$ – нефтенасыщенность;

W_B, W_H - скорости фильтрации фаз воды и нефти;

t - время.

С учетом

$$W^K = W_B + W_H = k_0(T) \left[\frac{k_B(T)}{\mu_B(T)} + \frac{k_H(T)}{\mu_H(T)} \right] \epsilon V_P,$$

где $k_0(T)$ - функция абсолютной проницаемости коллектора, зависящая от выпадения парафина.

$$\epsilon = 1 - \frac{G_H(T, S, k_0)}{|V_P|}, \text{ при } |V_P| > G_H(T, S, k_0)$$

$$\epsilon = 0, \text{ при } |V_P| < G_H(T, S, k_0)$$

где $k_B(T), k_H(T)$ - относительные фазовые проницаемости;

$\mu_B(T), \mu_H(T)$ - вязкость воды и нефти;

$G_H(T, S, k_0)$ - начальный градиент давления сдвига, определяется как в работе

Уравнения () – () заменяются на одно уравнение

$$m \frac{ds^K}{dt} + dIV(F_B W)^K$$

При этом

$$dIVW = 0$$

Исходные фазовые проницаемости для нефти и воды могут иметь вид:

$$k_H(S, T) = k_H(S_1) \left[\frac{S_2(T) - S}{S_2(T) - S_1(T)} \right]^{1.95};$$

$$k_B(S, T) = k_B(S_2) \left[\frac{S_2(T) - S}{S_2(T) - S_1(T)} \right]^{2.85};$$

$$\begin{aligned} \text{Где } k_H(S_1) &= 0,95; \quad k_B(S_2) = (0,2 - 0,7); \\ S_1(T) &= (0,2 - 0,35) + 0,001(T - T_{\text{нас}}) \\ S_2(T) &= (0,78 - 0,8) + 0,002(T - T_{\text{нас}}) \end{aligned}$$

$T_{\text{нас}}$ - температура насыщения нефти парафином, в определенных условиях может быть равной первоначальной пластовой.

Уравнения теплопереноса

Для коллекторов, состоящих из продуктивных слоев k , разделенных глинистыми прослоями различной толщины

$$\frac{d}{dt}(CT)_k + \text{div}[(C_B W_B + C_H W_H)HT]_k = \Omega_{k-1} - \Omega_k$$

Здесь

$$C_K = \{C_C(1 - m) + [C_B S + C_H(1 - S)m]\}H_K + 0.5C(h_{k-1} + h_k);$$

H_K - эффективная толщина слоя k

h_k - толщина глинистого слоя;

C_K - объемная теплоемкость слоя с присоединением половины толщины прилегающих глинистых прослоев

Ω_k - тепловой поток, уходящий из слоя с номером k ;

$$\Omega_k = -\alpha_k(T_{k-1} - T)$$

$$\alpha_k = \left(\frac{h_k}{\gamma_T} + \frac{H_k + H_{k+1}}{2\gamma_0} \right)^{-1};$$

γ_T, γ_0 - теплопроводность глинистого прослоя и продуктивных слоев.

В этом случае присоединяется уравнение, учитывающее теплообмен с окружающими горными породами кровли и подошвы пласта

$$C \frac{dT}{dt} = \gamma \frac{d^2 T}{dz^2},$$

C - объемная теплоемкость пород кровли и подошвы пласта;

γ - теплопроводность прилегающих горных пород.

Координата Z перпендикулярна напластованию.

Аппроксимация дифференциальных уравнений конечными разностями выполняется с учетом балансовых соотношений между ячейками сетками, благодаря чему обеспечивается консервативность разностной системы (первого порядка точности).

При использовании комбинированной разностной сетки, решения на границах кольцевых и квадратных сеток «сшиваются» с соблюдением законов сохранения масс и энергии между ячейками.

В результате расчетов, проводимых на ЭВМ, получаются все основные технологические показатели: нагнетание горячей и холодной воды, добыча нефти и жидкости, нефтеотдача, обводненность продукции, энергозатраты, энергоэффект и другие необходимые данные. Выполняется анализ информации и оптимизации, на основании чего принимаются соответствующие управляющие решения по организации энергосберегающей технологии.

Паротепловое воздействие на пласт. Вытеснение нефти паром – метод увеличения нефтеотдачи пластов, наиболее распространенный при вытеснении высоковязких нефтей. В этом процессе пар нагнетают с поверхности в пласты с низкой температурой и высокой вязкостью нефти через специальные паронагнетательные скважины, расположенные внутри контура нефтеносности. Пар, обладающий большой теплоемкостью, вносит в пласт значительное количество тепловой энергии, которая расходуется на нагрев пласта и снижение относительной проницаемости, вязкости и расширение всех насыщающих пласт агентов – нефти, воды, газа. В пласте образуются следующие три зоны, различающиеся по температуре, степени и характеру насыщения:

1) Зона пара вокруг нагнетательной скважины с температурой, изменяющейся от температуры пара до температуры начала конденсации (400–200°C), в которой происходят экстракция из нефти легких фракций (дистилляция нефти) и перенос (вытеснение) их паром по пласту, то есть совместная фильтрация пара и легких фракций нефти.

2) Зона горячего конденсата, в которой температура изменяется от температуры начала конденсации (200°C) до пластовой, а горячий конденсат (вода) в неизотермических условиях вытесняет легкие фракции и нефть.

3) Зона с начальной пластовой температурой, не охваченная тепловым воздействием, в которой происходит вытеснение нефти пластовой водой.

При нагреве пласта происходит дистилляция нефти, снижение вязкости и объемное расширение всех пластовых агентов, изменение фазовых проницаемостей, смачиваемости горной породы и подвижности нефти, воды и др.

Внутрипластовое горение. Метод извлечения нефти с помощью внутрипластового горения основан на способности углеводородов (нефти) в пласте вступать с кислородом воздуха в окислительную реакцию, сопровождающуюся выделением большого количества теплоты. Он отличается от горения на поверхности. Генерирование теплоты непосредственно в пласте – основное преимущество данного метода.

Процесс горения нефти в пласте начинается вблизи забоя нагнетательной скважины, обычно нагревом и нагнетанием воздуха. Теплоту, которую необходимо подводить в пласт для начала горения, получают при помощи забойного электронагревателя, газовой горелки или окислительных реакций.

После создания очага горения у забоя скважин непрерывное нагнетание воздуха в пласт и отвод от очага (фронта) продуктов горения (N_2 , CO_2 , и др.) обеспечивают поддержание процесса внутрипластового горения и перемещение по пласту фронта вытеснения нефти.

В качестве топлива для горения расходуется часть нефти, оставшаяся в пласте после вытеснения ее газами горения, водяным паром, водой и испарившимися фракциями нефти впереди фронта горения. В результате сгорают наиболее тяжелые фракции нефти.

В случае обычного (сухого) внутрипластового горения, осуществленного нагнетанием в пласт только воздуха, вследствие его низкой теплоемкости по сравнению с породой пласта происходит отставание фронта нагревания породы от перемещающегося фронта горения. В результате этого основная доля генерируемой в пласте теплоты (до 80% и более) остается позади фронта горения, практически не используется и в значительной мере рассеивается в окружающие породы. Эта теплота оказывает некоторое положительное влияние на процесс последующего вытеснения нефти водой из неохваченных горением смежных частей пласта. Очевидно, однако, что использование основной массы теплоты в области впереди фронта горения, то есть приближение генерируемой в пласте теплоты к фронту вытеснения нефти, существенно повышает эффективность процесса.

Перемещение теплоты из области перед фронтом горения в область за фронтом горения возможно за счет улучшения теплопереноса в пласте добавлением к нагнетаемому воздуху агента с более высокой теплоемкостью – например, воды. В последние годы в мировой практике все больше применяется получает метод влажного горения.

Процесс влажного внутрипластового горения заключается в том, что в пласт вместе с воздухом закачивается в определенных количествах вода, которая, соприкасаясь с нагретой движущимся фронтом горения породой, испаряется. Увлекаемый потоком газа пар переносит теплоту в область впереди фронта горения, где вследствие этого развиваются обширные зоны прогрева, выраженные в основном зонами насыщенного пара и сконденсированной горячей воды.

Пароциклическая обработка скважин. Циклическое нагнетание пара в пласты, или пароциклические обработки добывающих скважин, осуществляют периодическим прямым нагнетанием пара в нефтяной пласт через добывающие скважины, некоторой выдержкой их в закрытом состоянии и последующей эксплуатацией тех же скважин для отбора из пласта нефти с пониженной вязкостью и сконденсированного пара. Цель этой технологии заключается в том, чтобы прогреть пласт и нефть в призабойных зонах добывающих скважин, снизить вязкость нефти, повысить давление, облегчить условия фильтрации и увеличить приток нефти к скважинам.

Механизм процессов, происходящих в пласте, довольно сложный и сопровождается теми же явлениями, что и вытеснение нефти паром, но дополнительно происходит противоточная капиллярная фильтрация, перераспределение в микрон неоднородной среде нефти и воды (конденсата)

во время выдержки без отбора жидкости из скважин. При нагнетании пара в пласт он, естественно, внедряется в наиболее проницаемые слои и крупные поры пласта. Во время выдержки в прогретой зоне пласта происходит активное перераспределение насыщенности за счет капиллярных сил: горячий конденсат вытесняет, замещает маловязкую нефть из мелких пор и слабопроницаемых линз (слоев) в крупные поры и высокопроницаемые слои, то есть меняется с ней местами.

Именно такое перераспределение насыщенности пласта нефтью и конденсатом и является физической основой процесса извлечения нефти при помощи пароциклического воздействия на пласты. Без капиллярного обмена нефтью и конденсатом эффект от пароциклического воздействия был бы минимальным и исчерпывался бы за первый цикл.

Заклучение

Согласно обобщенным данным, при применении современных методов увеличения нефтеотдачи, КИН составляет 30–70%, в то время как при первичных способах разработки (с использованием потенциала пластовой энергии) – в среднем не выше 20–25%, а при вторичных способах (заводнении и закачке газа для поддержания пластовой энергии) – 25–35%. МУН позволяют нарастить мировые извлекаемые запасы нефти в 1,4 раза, то есть до 65 млрд. тонн. Среднее значение указанного коэффициента к 2020 г. благодаря им увеличится с 35 до 50% с перспективой дальнейшего роста. Если в 1996 г. добыча нефти за счет МУН составляла в мире около 77 млн. т, то в настоящее время она увеличилась до 110 млн. т. Всего, по данным OilandGasJournal, к 2006 году в мире, за исключением стран СНГ, реализовывался 301 проект по внедрению МУН. Отметим также, что, по оценкам специалистов, использование современных методов увеличения нефтеотдачи приводит к существенному увеличению КИН. А повышение КИН, например, лишь на 1% в целом по России позволит добывать дополнительно до 30 млн. т в год.

Таким образом, мировой опыт свидетельствует, что востребованность современных МУН растет, их потенциал в увеличении извлекаемых запасов внушителен. Этому способствует и то обстоятельство, что себестоимость добычи нефти с применением современных МУН по мере их освоения и совершенствования непрерывно снижается и становится вполне сопоставимой с себестоимостью добычи нефти традиционными промышленно освоенными методами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кишинов Л.К. Разработка месторождений парафинистых и вязких нефтей в западном Казахстане. 1996- С. 22-33.
- [2] Абилов Н.А., Батырбаев А.Т., Кишинов Л.К., Сагиндыков А.А. Использование фильтрационного горения углеводородных газов для крепления стенок призабойной зоны нефтедобывающих скважин. Исследование процессов технологического горения. – Алматы, 1988- С.157-168.
- [3] Методика определения дополнительной добычи нефти от закачки в пласт горячей воды / Теслюк Е.В., Розенберг М.Д., Ушаков В.В. и др. М.: ВНИИ, 1982
- [4] TeslykY.V.,RosenbergM. D. SafronovS.V. JangazievJ.S.,GershtanskyO.S.
- [5] Principles to create the optimum energy and resource saving thermal flooding technology the development of fields with paraffinaceous and viscous oils.Oilindustry.Russia. 1955-№4 –P.19-21/
- [6] Контроль за реализацией проекта разработки месторождения Узень: отчет по договору 09.92/252/ВНИИ. –М., 1992.
- [7] Розенберг М. Д., Теслюк Е.В., Сафронов С.В., Кишинов Л.К., и др. Использование энергетического принципа при создании энерго- и ресурсосберегающих технологий и разработки месторождений парафинистыхнефей. Сб.науч. тр. Всеросс.нефтегаз.науч.- исслед. ин-та.- М., 1993. – Вып. 117.- С.246-262.
- [8] Теслюк Е.В. Термогидродинамические основы проектирования процессов разработки нефтяных месторождений при неизотермических условиях фильтрации.
- [9] Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. М.: Недра, 1983. С. 304-329.
- [10] Мищенко И.Т., Бравичева Т.Б., Ермолаев А. И. Выбор способа эксплуатации скважин нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами М.: ФГУП Из-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005.

Даурова Р.В., Елемесов К.К., Имансакипова З.Б.

Қабаттың түп аймағына әсер ету жаңа әдістері

Резюме. Әр түрлі әдіспен мұнайды өндіру кезінде, қабаттың түп аймағына әсер етудің және өнімді көбейтуге арналған жаңа әдістері көрсетілген, Батыс Қазақстандағы жоғарыпарафинді дәлірек айтсақ энергоүнемдеу технологиялар термосуландыруы. Энерготехнологияларды тандау кезінде біздің жағдайда энергошығын не дәуір аз болуы тиіс, сонымен қатар өндіру барысында максималды энергоэффектін болуы.

Негізгі сөздер: Қабат, мұнайбергiштiгi, ұңғыма, қабат қысымы, жылу, химиялық, газды және гидродинамикалық әдістер, гидродинамикалық кедергі, залеж.

Daurova R.V., Elemesov K.K., Imansakipova Z. B.

Modern methods of influencing to the bottomhole formation zone

Summary. Modern methods of influencing to the bottomhole formation and ways of intensifying oil production by different methods, highly paraffinite deposits of West Kazakhstan, namely energy and resource saving technologies of thermal water treatment are presented. By choosing an energy-saving technology, in our case there should be a minimum of energy costs and obtaining the maximum energy efficiency in the development of the field.

Key words: formation, oil recovery, well, reservoir pressure, thermal, chemical, gas, hydrodynamic methods, hydrodynamic resistance, reservoir.

УДК 621.62-822

А.П. Муслимов, А.М. Гинятуллина

(Кыргызский государственный университет им. И. Раззакова,
Бишкек, almirabari@gmail.com)

РЕГУЛЯТОР РАСХОДА С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой структурной схемы управления режимами работ токарного станка с обратной электрогидравлической связью, которая позволяет произвести как статические, так и динамические расчеты элементов и в целом всей системы. Динамические процессы описаны линейными дифференциальными уравнениями и обоснован критерий устойчивости работы представленной системы. Приведены передаточные отношения и функции ее элементов.

Ключевые слова: динамические характеристики, адаптивная система управления, оптимизация, технологический процесс, гидропривод.

Задача совершенствования технологических процессов на базе электрогидравлических регуляторов расхода предполагает современную модернизацию системы управления. Базовая концепция, предлагаемая в данной работе, имеет возможность выстраивать сложные схемы, связывающие различные функциональные блоки в единую цепь и определять требуемые характеристики исследуемого элемента, а так же возможность моделирования системы с последующим анализом динамических характеристик. Точность систем с обратной связью выше по сравнению с другими и в меньшей степени подвержена влиянию различного вида помех [1].

На рис. 1 представлена расчетная схема регулятора с электрогидравлической связью.

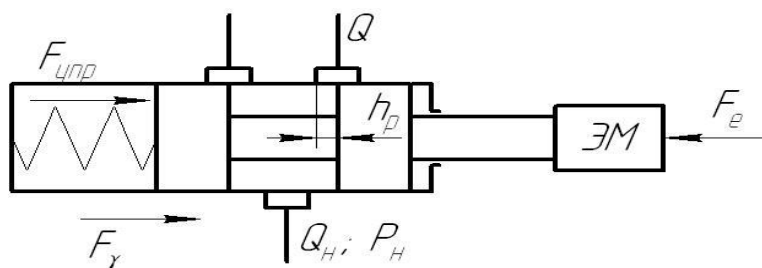


Рис. 1. Расчетная схема регулятора расхода

Уравнение равновесия золотника в динамике, составленное на основе принципа Д'Аламбера, будет иметь вид [2]:

$$M \frac{d^2 h_p}{dt^2} + F_\gamma + F_{уп} = F_e, \quad (1)$$

где F_e – сила электромагнита, которая равна $F_e = KI^2$,

K – коэффициент, зависящий его конструктивных параметров, графически эта зависимость силы электромагнита от подводимого тока к нему представлена на рис. 2.

M – масса подвижных элементов регулятора;

F_{γ} – силы вязкого трения, $F_{\gamma} = v \frac{dh_p}{dt}$, где v – коэффициент вязкого трения, зависящий от сорта масла; F_{yn} – сила пружины, $F_{\gamma} = ch_p$, где c – коэффициент жесткости пружины, h_p – величина открытия рабочей щели регулятора расхода

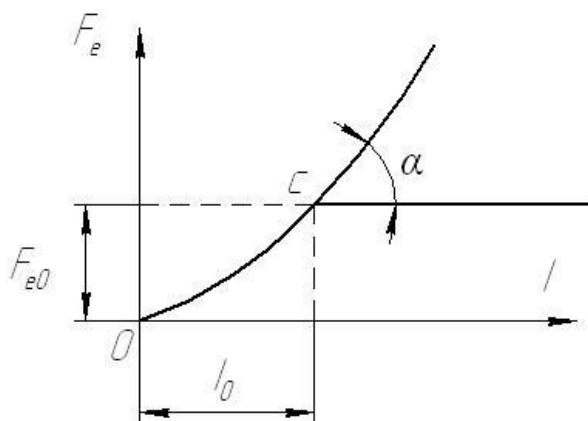


Рис. 2. Зависимость силы электромагнита от тока.

Если отклонения от рабочей точки C малы, то можно принять, что изменение силы электромагнита происходит по линейному закону, т.е.

$$F_e = K_{эм} I, \quad (2)$$

где $K_{эм} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{dF_e}{dI}$ – коэффициент усиления электромагнита.

С учетом уравнения (2) уравнение (1) примет вид:

$$M \frac{d^2 h_p}{dt^2} + \vartheta \frac{dh_p}{dt} + ch_p = K_{эм} I. \quad (3)$$

Введем обозначения: $T_k = \sqrt{\frac{M}{c}}$; $T_g = \frac{\vartheta}{c}$; $\frac{K_{эм}}{c} = K_p$ – коэффициент усиления регулятора.

С учетом введенных обозначений уравнение регулятора расхода представляется в виде:

$$T_k^2 \frac{d^2 h_p}{dt^2} + T_g \frac{dh_p}{dt} + h_p = K_p I, \quad (4)$$

T_k – постоянная времени, способствующая чтобы переходной процесс был колебательным;

T_g – постоянная времени, от значения которой зависит демпфирующая способность переходного процесса.

Характеристическое уравнение имеет вид:

$T_k^2 p^2 + T_g p + 1 = 0$, его корни:

$$P_{1,2} = -\frac{-T_g \pm \sqrt{4T_g^2 - 4T_k^2}}{2T_k^2} \quad (5)$$

Введем обозначения: $T_k^2 = T_3 T_4$ и $T_g = T_3 + T_4$;

Уравнение (4) при этих обозначениях примет вид:

$$T_3 T_4 \frac{d^2 h_p}{dt^2} + (T_3 + T_4) \frac{dh_p}{dt} + h_p = K_p I, \quad (6)$$

его характеристическое уравнение:

$$T_3 T_4 p^2 + (T_3 + T_4) p + 1 = 0,$$

корни этого уравнения:

$$P_1 = -\frac{1}{T_3} - \frac{-T_g + \sqrt{4T_g^2 - 4T_k^2}}{2T_k^2};$$

$$P_2 = -\frac{1}{T_4} - \frac{-T_g - \sqrt{4T_g^2 - 4T_k^2}}{2T_k^2}.$$

Если корни характеристического вещественны, т.е. $T_g > 2T_k$, то решение дифференциального уравнения (6) будет при начальных условиях $t = 0$; $h_p = 0$; $\frac{dh_p}{dt} = 0$:

$$h_p = K_p I \left(1 - \frac{T_3}{T_3 - T_4} e^{-\frac{t}{T_3}} + \frac{T_4}{T_3 - T_4} e^{-\frac{t}{T_4}} \right). \quad (7)$$

Если корни характеристического уравнения комплексные сопряженные, т.е. $p_{1,2} = -\frac{1}{T} \pm j\omega$ при $T_g < 2T_k$, то решение дифференциального уравнения (1.6) при тех же начальных условиях будет:

$$h_p = K_p I \left[1 - e^{-\frac{t}{T}} \cos \omega T + \frac{1}{T\omega} \sin \omega T \right], \quad (8)$$

$$\text{где } T = \frac{2T_k^2}{T_g}; \quad \omega = \frac{\sqrt{4T_k^2 - T_g^2}}{2T_k^2}.$$

Передаточная функция регулятора расхода при этом представлена в виде:

$$W_p = \frac{h_p(p)}{I(p)} = \frac{K_p}{T_k^2 p + T_g p + 1}. \quad (9)$$

Структурная схема управления режимами работ станка при применении электрогидравлической обратной связи представлена на рис. 3.

Следует отметить, что она принципиально одинакова для двух режимов обработки: черновой и чистовой, разница в настройке регулятора с помощью соответствующих кранов, как было отмечено выше.

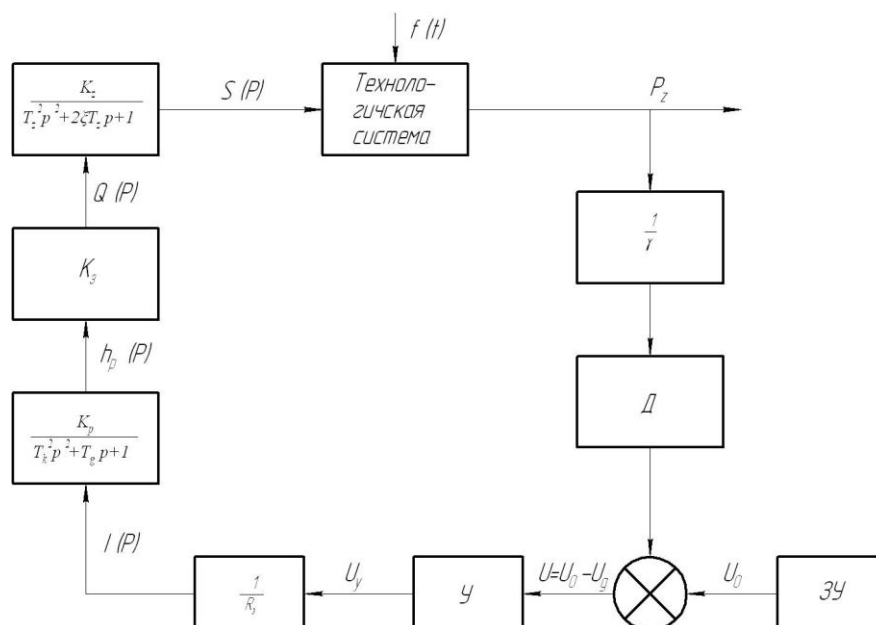


Рис. 3. Структурная схема управления режимами работ токарного станка при применении электрогидравлического регулятора

$f(T)$ – возмущающая сила; P_z – тангенциальная составляющая силы резания; j – жесткость резцедержателя; y – упругая деформация инструмента; D – индукционный датчик; $ЗУ$ – задающее устройство; U_d и U_o – сигналы соответственно от датчика и задающего устройства; U – сигнал рассогласования; Y – усилитель; R_z – сопротивление электромагнита; I – ток, подводимый к электромагниту; h_p – величина открытия проходной щели регулятора расхода; K_z – коэффициент усиления расхода; Q – расход, поступающий в силовой цилиндр гидросуппорта; S – подача инструмента.

Инерционными звеньями в структурной схеме являются регулятор расхода и силовой цилиндр, а остальные элементы по сравнению с ними практически остаются без инерционными.

Динамические характеристики двух разработанных универсальных автоматических систем управления режимами работ токарного станка: с обратной механогидравлической связью и с обратной электрогидравлической связью динамические процессы описываются линейными дифференциальными уравнениями, при черновой обработке – четвертого порядка, а при чистовой – третьего порядка, характеристические уравнения которых соответственно имеют вид:

$$a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0, \quad (10)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – коэффициенты при переменных дифференциальных уравнений третьего порядка.

Критериями устойчивой работы такой системы являются: [3]:

1) положительность всех коэффициентов, т.е.

$$a_0 > 0; a_1 > 0; a_2 > 0 \text{ и } a_3 > 0.$$

2) чтобы произведения средних коэффициентов было больше, чем произведение крайних, т.е.:

$$a_1 a_2 > a_0 a_3.$$

При черновой обработке характеристическое уравнение имеет следующий вид:

$$a_0 p^4 + a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_3 p + a_4 = 0, \quad (11)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 – коэффициенты при переменных дифференциальных уравнений четвертого порядка.

Устойчивость системы в этом случае можно определить критериями Рауса-Гурвица:

1) $a_0 > 0; a_1 > 0; a_2 > 0, a_3 > 0, a_4 > 0;$ (12)

2) выполнение неравенства:

$$a_1(a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_1^2 a_4 > 0.$$

Для обеспечения устойчивой работы автоматических систем первые условия гарантированы, а вторые следует обеспечить подбором соответствующих постоянных времени системы [4].

Разработанная математическая модель регулятора расхода и структурная схема автоматического управления режимами работ токарного станка с электрогидравлической обратной связью с передаточными отношениями и функциями ее элементов позволяют произвести расчет динамических характеристик систем: вид переходного процесса, его длительность и устойчивость.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы. Справочник. – М.: Машиностроение, 1988. – 512 с.
- [2]. Бесекерский В. А., Попов Е. П., Теория систем автоматического регулирования. М., 1975. 768 с.
- [3]. Попов Д. Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. М., 1987. 464 с.
- [4]. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. М., 1975. 288 с.

Муслимов А.П., Гинятуллина А.М.

Реттегіш шығысының электрогидравликалық байланыспен.

Түйіндеме. Мақалада сұрақтар әзірлеуге байланысты құрылымдық сұлбасы басқару режимдерін жұмыстарды токарлық станок кері электрогидравлической электрогидравликалық байланыспен, ол мүмкіндік ретінде статикалық және динамикалық есептеулер элементтерін және тұтастай алғанда бүкіл жүйесі. Динамикалық процестер сипатталған сызықтық дифференциальными уравнениями мен критерийлері негізделді жұмысының тұрақтылығын ұсынылған. Келтірілген беріліс қатынастар мен функциялары, оның элементтері.

Түйін сөздер: динамикалық сипаттамалары, бейімді басқару жүйесі, оңтайландыру, технологиялық процесс, гидрожетек

Muslimov A.P., Ginyatullina A.M.

Flow regulator with mechanical linkage.

Symmary. The article discusses issues related to the development of the block diagram of the control mode works lathe with reverse electro-hydraulic linkage that allows both static and dynamic calculations of the elements and of the entire system. Dynamic processes described by linear differential equations and proved the stability criterion presented system. Given the gear ratio and functions of its elements.

Key words: dynamic characteristics, an adaptive control system, optimization, process, hydraulic

УДК 378.141

Ж.Б. Мұқаш, С.Г. Кексенбекова

(Алматинская академии МВД РК. им. Макана Есбулатова,
Алматы, Республика Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения информационных технологий в процессе обучения студентов в учебных заведениях в свете государственной программы информационного общества. Возможности обучения и применением информационных технологий, использованием презентаций, слайдов и учебных фильмов и учебных программ.

Ключевые слова: Информационные технологии, процесс обучения, информатизация общества, обучающие программы, современная школа, компьютерные программы.

В настоящее время процесс информатизации проявляется во всех сферах человеческой деятельности. Так, использование современных информационных технологий является необходимым условием развития более эффективных подходов к обучению и совершенствованию методики преподавания. Особую роль в этом процессе играют ИТ, так как они способствуют повышению мотивации обучения учащихся, экономии учебного времени, а интерактивность и наглядность способствует лучшему представлению, пониманию и усвоению учебного материала. Приобщение школьников или студентов к ИТ является важнейшим направлением в решении задачи информатизации в современной школе и повышения профессиональной подготовки.

Наряду с этим разработка и применение ИТ становится в современной школе одним из важнейших путей повышения результативности образования. Причем стратегическая роль ИТ, а следовательно, и технических средств, их обеспечивающих, как фактора социально-экономического развития современного общества на данный момент общепризнанно и не вызывает сомнений.

В рамках изучаемой проблемы выделяется три основных подхода к пониманию основных понятий темы. Первый подход, технологический, он наиболее часто встречается в литературе. Его представители: В.Н. Арефьев, М.И. Махмутов, Г.И. Ибрагимов, и др. Данные исследователи изучают ИТ в технологическом ключе, а основные понятия темы (информация, технология, новые информационные технологии, информационные, компьютерные, образовательные, и педагогические технологии) рассматривают, опираясь на техническую составляющую ИТ, то есть в основе ИТ, по их мнению, лежат программно-технические средства [1].

Второй подход, социологический, трактовка в рамках данного подхода основана на отрицании синонимичности основных понятий темы и некоего машинного оборудования, лежащего в их основе. Речь идет об отношениях людей в обществе, а ИТ, по мнению представителей этого подхода (Аберкромби, Николас, Брайан Стенли, М.В. Кларин, Т. Сакамото и др.), являются следствием принятия человеком определенных решений в этом обществе.

В наибольшей степени трактует основные понятия темы, с точки зрения включения их в образовательный процесс гуманитарный подход, представителями которого являются: О.С. Гребенюк, С.Ю. Жидко, М.Г. Николаева, П.И. Пидкасистый, Г.К. Селевко, С.А. Смирнов, О.Б. Тыщенко. По их представлению, ИТ помогают педагогу в практическом осуществлении теоретических построений в образовательном процессе. Необходимо отметить, что фундаментальных трудов в рамках этого подхода по отношению к ИТ на сегодняшний день не существует.

Одной из важнейших проблем при изучении данной темы, является вопрос классификаций ИТ, так как здесь также можно выделить многообразие подходов.

Во-первых, ИТ классифицируют по формам использования в образовательном процессе. Классификация И.И. Попова, П.Б. Храмцова, Н.В. Максимова основана на наиболее перспективных формах использования информационных технологий в образовательном процессе. Авторами представлены следующие формы: интерактивный урок, смешанный режим – электронный информационный ресурс и непосредственное общение учитель – ученик(и), дополнение к существующим учебным курсам и предметам [1].

Во-вторых, классификация, приведенная "АКДИ Экономика и жизнь", имеющая в своей основе типы обрабатываемой информации, то есть данные, текст, графика, объекты реального мира [2].

В-третьих, выделяют классификацию по технологии обработки информации – это предметные, обеспечивающие и функциональные ИТ [3].

В-четвертых, обозначим классификацию ИТ, разрабатываемую в рамках технологического подхода, А.Н. Авдулова и А.М. Кулькина, докторов философских наук Института научной информации по общественным наукам РАН.

В основе данной классификации лежит функциональная роль ИТ. Сами ИТ разделены на три основных, главных категории – базовые, первичные и вторичные[4].

И, в-пятых, классификация по использованию ИТ в дистанционном обучении. Само дистанционное обучение представляет собой метод обучения, при котором от обучаемого не требуется физического присутствия в определенном месте в процессе обучения. Эта классификация включает в себя локальные и сетевые ИТ[5].

Подобное многообразие говорит о неоднозначности мнений авторов в видении ИТ в образовательном процессе. В этой связи следует принять ту классификацию (или некий симбиоз классификаций), которая наиболее полно отражает цели и задачи, поставленные педагогом для реализации в образовательном процессе. Рассмотрим примеры применения ИТ в процессе обучения. ИТ прежде всего используются для:

- Организации учебного процесса,
- подготовки учебных пособий,
- изучения нового материала (можно выделить два направления – самостоятельная презентация учителя и использование готовых программ).
- компьютерного контроля знаний учащихся,
- получения и работы с информацией из сети Интернет,
- создания и работы со школьным сайтом, позволяющим связать между собой учеников, родителей и учителей [6].

Например, при изучении нового материала можно выделить два направления – самостоятельная презентация учителя и использование готовых программ. Самое поверхностное использование компьютера – иллюстративный материал. Монитор компьютера (или экран проектора) освобождает не только от необходимости тащить кучу книг, делать в них закладки, но и экономит время, давая учителю возможность заранее отсортировать изобразительный материал, а также добавить аудиоматериалы в тех объемах, которые ему удобны. Компьютер помогает сделать урок более продуктивным и научить школьников навыкам конспектирования. Ведь обычно все записи на доске учитель вынужден выполнять быстро, не затрачивая на это большое количество времени (и, что немаловажно, пока он пишет на доске, он не видит класс), а, кроме того, увы, не все обладают каллиграфическим почерком.

Особое значение приобретает компьютер при составлении схем и таблиц. Заранее подготовленный пошаговый материал дает возможность задать темп урока и в то же время позволяет вернуться к любому промежуточному построению. Здесь могут помочь уже готовые компьютерные программы. Но, увы, их крайне мало.

Методика проведения уроков с помощью готовых компьютерных программ:

- во-первых, восприятие готового курса отличается в восприятии школьников от учительской презентации - они зачастую воспринимают сюжет на экране как кино.

Поэтому задача учителя побудить учеников к конспектированию, сформулировать проблемные вопросы, чтобы знакомство с материалом шло интенсивно. Как это иногда не обидно, строить подачу нового материала только на просмотре программы (даже, если компьютерный урок хорошо разработан), как правило, нецелесообразно, потому что притупляется внимание.

Естественно, можно применить методы активизации, которые позволят это внимание удерживать. То есть применение готовых компьютерных программ требует от учителя большого количества времени на разработку уроков. Широко применимы в процессе обучения истории, контролирующие программы. Программы данного типа состоят из набора заданий, которые постепенно подводят учащихся к решению учебной задачи урока и помогают повторить и обобщить материал изученной темы. Оценка проделанной учащимися работы делается учителем, либо при помощи автоматической проверки результатов, либо на основе собственных представлений учителя о полноте, точности и грамотности ответов.

Таким образом ИТ в образовании применяют через использование созданных или заимствованных учителем программ. Следует также сказать о том, что перечисленные примеры применения ИТ в процессе обучения являются лишь примерами, а вариативность их использования более обширна в виду стремительного развития самих технологий. Поэтому отличительной чертой современного этапа развития образовательной системы является качественная модернизация всех основных ее компонентов.

Выводы

Интенсивное инновационное обновление образования невозможно без широкого применения новейших информационных технологий.

Информатизация образования является одним из приоритетов развития социальной сферы и органически связана с процессом модернизации образования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И.И. Попов, П.Б. Храмцов, Н.В. Максимов. Введение в сетевые информационные ресурсы и технологии. Учебное пособие. М.: РПГУ, 2001, 207 с.
- [2] Официальный сайт "АКДИ Экономика и жизнь" - www.akdi.ru
- [3] Ф.В. Шутилов, М.В. Зелинская, М.Ф. Бовыкина Виды информационных технологий – www.prepod2000.kulichki.net/item_282.html
- [4] А.Н. Авдулов, А.М. Кулькин. Классификация информационных технологий / Грант РФФИ, проект № 02_06_80004
- [5] В.П. Демкин, Г.В. Можаяева. Информационные технологии дистанционного обучения - www.ict.edu.ru/ft/003625/1.html
- [6] Технические устройства в современной школе (авторский коллектив). - М.: Перспектива, 2000. - 78 с.

Мұқаш Ж.Б., Кексенбекова С.Г.

Оқу процесінде ақпараттық технологияларды қолдану

Түйіндеме. Оқу орындарында студенттерді оқыту процесінде, ақпараттық технологияларды қолдану арқылы мемлекеттік бағдарламаларды ақпараттық қоғамда көрсету. Оқу кезінде ақпараттық бағдарламалардың мүмкіндігін қолдана отырып презентация, слайд, оқу фильмдері және оқу бағдарламалар пайдалану сұрақтары қарастырылған.

Түйінді сөздер. Ақпараттық технологиялар, оқыту процесі, ақпараттық қоғам, оқыту бағдарламалары, заманауи мектептері, компьютерлік бағдарламалар.

Mukash Zh.B., Keksenbekova S.G.

The application of information technology in the learning process

Summary. This article discusses the use of information technology in the learning process of students in educational institutions, in light of the state program of information society. Training opportunities using information technologies, use of presentations, slides and educational films and educational programs.

Key words: Information technology, learning, information society, instructional, modern school, computer programs.

ӘОК 004.9

А.Т. Бисаринова

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, aigulbis@mail.ru)

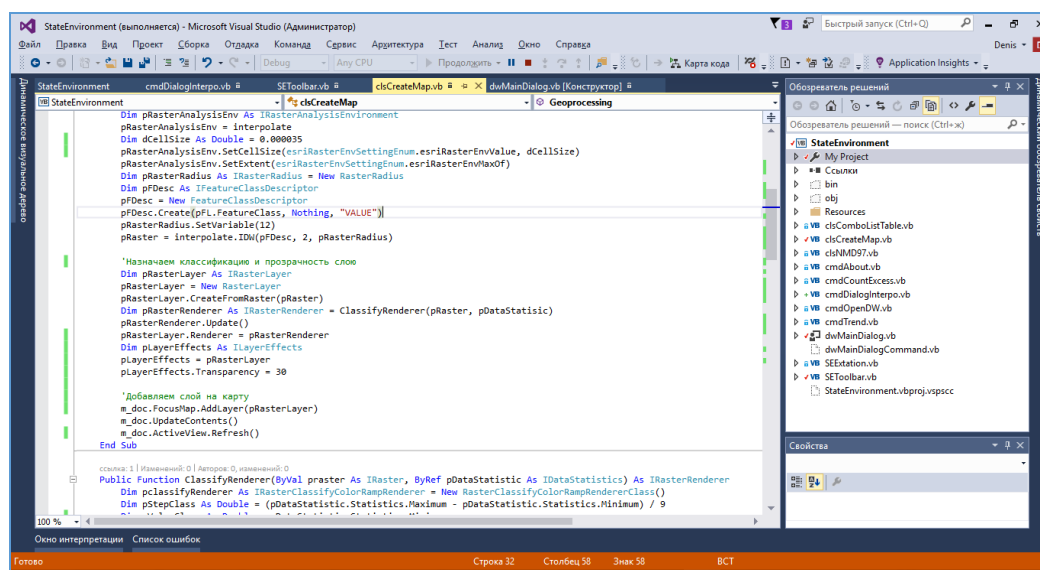
МЕГАПОЛИСТІҢ АУА БАССЕЙІНІНІҢ МОНИТОРИНГІН ЖАСАУ ҮШІН ГАЖ ЖОБАЛАУДЫҢ ПРОГРАММАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫН ҚҰРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Андатпа. Аталмыш жұмыста мегаполистің географиялық және климаттық ерекшеліктерін ескере отырып, деректерді толық зерттеуге мүмкіндік беретін геоақпараттық жүйені (ГАЖ) құрудың ерекшеліктері қарастырылады. ГАЖ картографиялық ақпаратты интеграциялауға және мониторинг деректерін сараптауға, сонымен қатар интегралдық көрсеткіш негізінде атмосфералық ауаның ластануының интерполяциялық картасын салуға мүмкіндік туғызады. Экологиялық жағдайдың мониторингі кеңістіктік сараптауды қолдана отырып, мегаполистің ауа бассейнінің ластануының интегралдық көрсеткіштері негізінде орындалады. ГАЖ ақпараттық қамтама және қаладағы ауа бассейнінің реттеудегі басқару шешімдерін қолдану құралы ретінде, Алматы қаласында дер кезінде, негіздемесі бар шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Геоақпараттық жүйе (ГАЖ), геоақпараттық технологиялар (ГАТ), кері өлшенілген арақашықтық (КӨАҚ) әдісі, мониторинг, интерполяциялық карта, атмосфераның ластану индексі (АЛИ), бұлттық инфраструктура.

Бүгінгі таңда ауа бассейнінің ластануы - адамзаттың өзекті мәселелерінің біріне айналууда. Атмосферадағы зиян заттардың концентрациясының өсуі мегаполистерде ерекше байқалады. Ластанған ауа қоршаған ортаға және адам ағзасына қауіп тудыруда. Мегаполистің қоршаған ортасы туралы ақпараттың деңгейі мен көлемінің ұлғаюы деректерді талдау және өңдеудің заманауи ақпараттық технологияларын қолдануды талап етеді. Сол себепті, зиян заттардың таралуының ірі қалалардың экологиясына әсерін бағалайтын, мегаполистің ауа бассейнінің жағдайын басқару бойынша кеңес беретін және қоршаған орта туралы толық ақпарат ұсынатын геоақпараттық жүйені (ГАЖ) құру мәселесі туындап отыр.

Мегаполистің ауа бассейніне мониторинг жасайтын ГАЖ картографиялық ақпаратты интеграциялауға және мониторинг деректерін сараптауға, сонымен қатар интегралдық көрсеткіш негізінде атмосфералық ауаның ластануының интерполяциялық картасын салуға мүмкіндік туғызады. Экологиялық жағдайдың мониторингі кеңістіктік сараптауды қолдана отырып, мегаполистің ауа бассейнінің ластануының интегралдық көрсеткіштері негізінде орындалады. ГАЖ Гаусс моделі негізінде, кері өлшенілген арақашықтық (КӨАҚ) әдісі бойынша, VB.Net объектіге бағытталған программа-лау тілінде, Microsoft Visual Studio 2015 Enterprise, ArcObjects SDK.Net және ArcGIS for Desktop 10.4.1/10.5 ортасында құрылды [1].



1- сурет. Visual Studio (VS) ортасында жобаның орындалуы.

Дереккорды құру үшін атмосфералық ауаның жағдайын бағалау, кеңістіктік сараптау, Алматы қаласының ауа бассейнінің ластануының интегралдық көрсеткішінің мәндері қолданылды. Дерек-кормен жұмыс істеу барысында ГАЗ объектілерді визуализациялау арқылы және кеңістіктік сарап-таудың көмегімен сұранысты, деректерді өңдеуді және сараптауды біріктіруге мүмкіндік береді [2].

Геодереккордың құрылымы			
Report Creation			
Date			
Author			
Geodatabase			
Workspace Type		Personal Geodatabase	
Кестенің мазмұны			
ObjectClasses			
<i>Кесте және кеңістіктік класстардың тізімі</i>			
<i>Кеңістіктік класстардың және класстар жиынтығының координаталық жүйелерінің тізімі</i>			
ObjectClasses			
ObjectClass Name	Type	Geometry	Subtype
Monitoring			SR
Monitoring_stations_air	Simple FeatureClass	Point	-
Stand Alone ObjectClass(s)			
ATMOSPHERIC_VALUE	Table	-	-

2- сурет. Дереккор кестелерінің байланыс құрылымы

Атмосфераның жағдайына бақылау жұмыстары Алматы қаласында арнайы мамандандырыл-ған бекеттерде жүргізіледі. Тәулік ішінде аралығы 20 минут болатын тексерулер нәтижесі бақылау бекеттерінде тіркелінеді. Анылған деректер өңделінеді, мегаполистің территориясының нақты бөлі-гінде орташа мәні, ең үлкен және ең кіші мәндері, тәуліктік нақты уақыт кезеңінде анықталынады. Атмосфераның ластануының нормаланған сипаттамасы атмосфераның ластану индексі (АЛИ) (index of atmosphere pollution (IAP)) деп аталынады. АЛИ көрсеткіші зерттеу территориясындағы атмосфе-ралық ауаның жағдайы мен тұрғындардың денсаулығының жағдайының арасындағы өзгерістердің өзарабайланыстарын анықтайды. Сонымен қатар, өндірістің динамикасы және атмосфераның жағ-дайының арасындағы тәуелділікті анықтауда да қолдануға болады.

Ауадағы зиян заттардың қоспалары туралы деректерді жинау әдістеріне сәйкес үздіксіз орын-далатын және қолмен жинау тәсілімен жұмыс істейтін бақылау бекеттері ГАЗ картасында кескінде-леді. Сонымен қатар өлшенілген заттар, РМ-10 өлшенілген бөлшектер, күкірт диоксиді, көміртек то-тығы, азот диоксиді, фенол, азот оксиді қоспасының көрсеткіштері де қарастырылады.

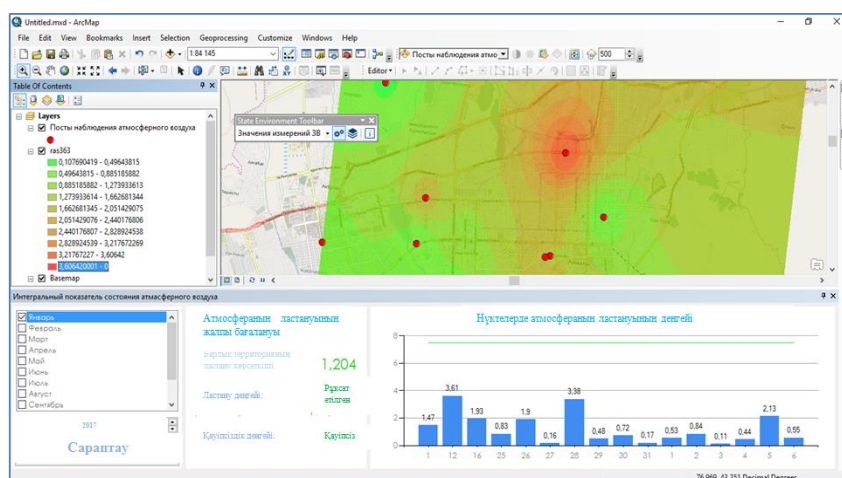
Table									
Посты наблюдения атмосферного воздуха									
ОБЪЕКТ	SHAPE	Номер поста	Сроки отбора	Проведение наблюдений	Адрес поста	Value	Комментарий		
1 Point	1	4 раза	ручной отбор проб (дискретные методы)	ул. Аманжолды, угол ул. Саппаева			«Иль»		
2 Point	12	3 раза	ручной отбор проб (дискретные методы)	пр. Рахымбека угол ул. Наурызбай батыра			«Иль»		
3 Point	16	3 раза	ручной отбор проб (дискретные методы)	м-н Айымбулак-3			«Иль»		
4 Point	25	3 раза	ручной отбор проб (дискретные методы)	ул. Маршала (Маречка) угол ул. Б. Момышты			«Иль»		
5 Point	26	3 раза	ручной отбор проб (дискретные методы)	м-н Тастак-1, ул. Телеева, 249			«Иль»		
6 Point	27	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	метгосстанция №460, ул. Горько 548			«Иль»		
7 Point	28	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	аэропортная станция (станция Аэропорта)			«Иль»		
8 Point	29	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	РУВД Туркестанского района, ул. Р. Зорге, 14			«Иль»		
9 Point	30	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	м-н «Шымарка», улица №205, ул. Жамбыла батыра, 202			«Иль»		
10 Point	31	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	м-н Судитка территория (дизельная АЗ «Каместрайа»			«Иль»		
11 Point	1	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	ДГП институт горного дела им. Д.А. Кунаева, пр. А.			«Иль»		
13 Point	2	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	КАЗПИ им. Аль-Фараби, ул. Тимурбекова, 74			«Иль»		
14 Point	3	каждые 20 минут	в непрерывном режиме	ул. Рыскулиева, 28, АО «КАСДДС»			«Иль»		
15 Point	4								
16 Point	5								
17 Point	6								

Table									
Значения измерений 33									
ОБЪЕКТ	ПОНТО	YEAR	MONTH	SUBSTANCE	VALUE	PM	UNIT	SUBSTANCE	DANGER CLASS
1	11	2019	Январь	Дополнительно	0.0001	0.001	мг/м³	3	Иль
2	11	2019	Январь	Дополнительно	0.0145	0.0145	мг/м³	4	Иль
3	11	2019	Январь	Дополнительно	0.0021	0.0021	мг/м³	3	Иль
4	11	2019	Январь	Дополнительно	0.0068	0.0068	мг/м³	3	Иль
5	12	2019	Январь	Дополнительно	0.1753	0.001	мг/м³	3	Иль
6	13	2019	Январь	Дополнительно	0.0043	0.0043	мг/м³	4	Иль
7	13	2019	Январь	Дополнительно	0.0162	0.0162	мг/м³	3	Иль
8	13	2019	Январь	Дополнительно	0.0037	0.0037	мг/м³	3	Иль
9	14	2019	Январь	Дополнительно	0.0238	0.0238	мг/м³	3	Иль
10	14	2019	Январь	Дополнительно	0.0091	0.0091	мг/м³	4	Иль
11	14	2019	Январь	Дополнительно	0.0099	0.0099	мг/м³	3	Иль
12	15	2019	Январь	Дополнительно	0.0772	0.001	мг/м³	3	Иль
13	15	2019	Январь	Дополнительно	0.1001	0.001	мг/м³	4	Иль
14	15	2019	Январь	Дополнительно	0.0081	0.0081	мг/м³	2	Иль
15	15	2019	Январь	Дополнительно	0.0011	0.0011	мг/м³	3	Иль
16	16	2019	Январь	Дополнительно	0.0035	0.0035	мг/м³	3	Иль
17	16	2019	Январь	Дополнительно	1.6003	0.0035	мг/м³	4	Иль
18	16	2019	Январь	Дополнительно	0.0013	0.0013	мг/м³	4	Иль
19	16	2019	Январь	Дополнительно	0.1903	0.0013	мг/м³	3	Иль
20	17	2019	Январь	Дополнительно	0.0795	0.0013	мг/м³	3	Иль
21	17	2019	Январь	Дополнительно	0.0713	0.0013	мг/м³	4	Иль
22	17	2019	Январь	Дополнительно	0.0717	0.0013	мг/м³	3	Иль
23	17	2019	Январь	Дополнительно	1.0000	0.0013	мг/м³	17	Иль
24	6	2019	Январь	Дополнительно	0.0740	0.0013	мг/м³	3	Иль
25	6	2019	Январь	Дополнительно	0.0190	0.0013	мг/м³	3	Иль
26	6	2019	Январь	Дополнительно	0.0190	0.0013	мг/м³	3	Иль
27	6	2019	Январь	Дополнительно	0.0015	0.0013	мг/м³	2	Иль
28	7	2019	Январь	Дополнительно	0.4027	0.0013	мг/м³	3	Иль
29	7	2019	Январь	Дополнительно	0.0199	0.0013	мг/м³	4	Иль
30	7	2019	Январь	Дополнительно	0.0003	0.0013	мг/м³	3	Иль

3- сурет. Сынамааларды алу бекеттерінің (нүктелердің) және зиян заттардың (33) мәндерінің кестесі

Тақырыптық карта зиян заттардың (ЗЗ) концентрациясының ауада үлестірілуін, атмосфералық ауаның ластану деңгейін және ластанудың адам ағзасына қауіптілігінің деңгейін көрсетеді. Ауа бассейнінің ластануының ГАЗ-і деректердерді сараптауда кеңістіктік сараптау әдісін пайдалану, әртүрлі деректерге кешенді түрде баға беруге және тапсырмаларды орындауда тиімділікті арттыруға мүмкіндік туғызады. Құрылған ГАЗ деректерді кеңістіктік үлестірудің заңдылықтарын анықтайды [3-8].

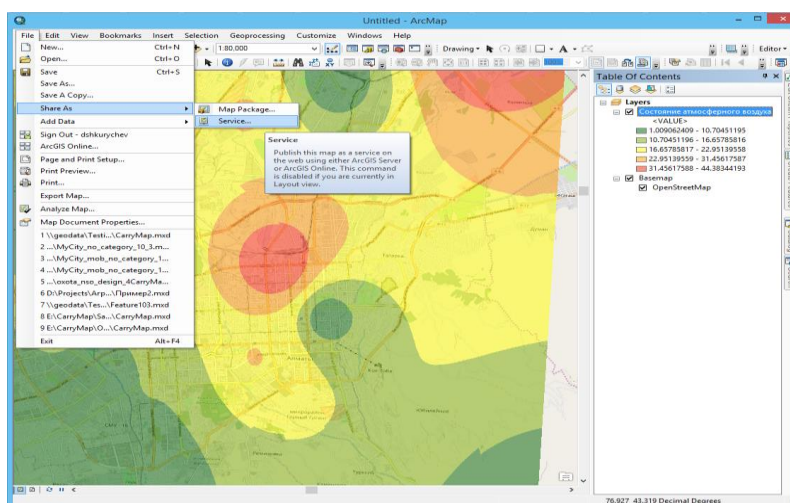
Әртүрлі экологиялық сандық карталарды құру кешеніне кіретін есептеулердің нәтижесі бойынша, мегаполистің ауа бассейнін реттеу бойынша басқару шешімдерін қабылдау, бағалау және болжау шараларын қарастыруға мүмкіндік туғызады. Есептеу әдістемелері “Экологиялық қауіпсіздік пен табиғи ортаның төзімділігіне баға беру және болжау әдістеріне нұсқаулық” нормативті-әдістемелік құжатына негізінделген. Аталмыш ғылыми жұмыста есептеулер жалпы қала бойынша емес, әр нүктеге дербес жүргізіледі. Мұндай дербес жүргізілген есептеулер, есептелінген деректерді картада сипаттауға және интегралдық көрсеткіш негізінде, атмосфералық ауаның ластануының интерполяциялық картасын кескіндеуге мүмкіндік береді.



4- сурет. Модульдің инструменттер панелі, сараптаудың нәтижелерінің сұхбаттасу терезесі және атмосфераның ластану индексі (АЛИ) бойынша интерполяциялық карта.

Ауа бассейнінің ластануының интегралдық көрсеткіштерін картографиялық түрде көрсету, қоршаған орта туралы толық ақпарат береді және мониторингтің деректерін тиімді сараптауға мүмкіндік береді.

ArcMap-тың қарапайым сұхбаттасу терезесі арқылы аз уақыт аралығында карта құру және деректерді сараптау орындалынады.



5- сурет. ArcGIS Online-де мәліметтерді жариялау

ГАЗ тапсырмаларды орындаудың тиімділігін арттырады, деректерді және оларға сараптама жасайтын құралдарды айқын түрде көрсету арқылы басқару бағытында шешім қабылдау жұмыстарын оңтайландырады.

Қорытынды. Алынған тақырыптық интерполяциялық карта, ауа бассейінінің жоғары ластанған ауданын картадан нақты көрсетеді, ластанудың потенциалды көзін анықтауда, территорияда құрылыс жұмыстарын жобалауда, зиян заттардың (ЗЗ) концентрациясының ауада жоғары көрсеткішіне байланысты туындайтын ауру түрлеріне баға беруде және сараптама жасауда қолданылады. Ластанудың мүмкін таралу бағытын, олардың жиілігін және жергілікті жердегі шөгуін анықтау маңызды. Ол экологиялық қауіптің деңгейін азайтуға, тұрғындардың өмір сүру, демалу деңгейін жақсартуға және экологиялық шаралардың қаржылық жұмсалымдарын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Сараптау негізінде құрылған, ауа бассейінінің жағдайының тақырыптық интерполяциялық картасын, ГАЗ-н ArcGIS платформасы қолданылғандықтан, ArcGIS Online-да орналастырылған қабаттар түрінде жариялауға болады. Өз кезегінде, ArcGIS Online аталмыш деректерді бұлттық инфраструктурада орналастыруды қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Д. Ф. Уотсон (D. F. Watson) и Дж. М. Филип (Philip, G. M.), "A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation" *Geoprocessing* 2:315 – 327. 1985.
- [2] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б., Иргалиев А.В., Шкурычев Д.С. Разработка базы данных анализа вредных веществ и карты интерполяции ИЗА // Международная научно-практическая конференция «Математические методы и информационные технологии макроэкономического анализа и экономической политики», посвященной 80-летию юбилею академика НАН РК А.А. Ашимова, 11-12 апреля 2017 г., Алматы, КазНУТУ им. К.И. Сатпаева
- [3] A.Bissarinova, A.Mamyrova, B. Tussupova, L. Balgabayeva, and O. Mamyrbayev. Simulation modeling of the spread of harmful emissions into the atmosphere on the basis of geographic information system (GIS) of monitoring environmental condition of a megalopolis. // *Open Engineering*, 2016; 6:298–304.
- [4] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Балгабаева Л.Ш және басқалар. Геоинформационные системы (ГИС) мониторинга экологической обстановки г.Алматы. // «Қазақстандағы жаңа экономикалық саясатты жүзеге асырудағы жас ғалымдардың алар орны мен ролі» халықаралық Сәтбаев оқуларының еңбектері, Алматы: ҚазҰТУ 2015, Том IV, Б.101-105.
- [5] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б. Алматы қаласының экологиялық жағдайының мониторингінің геоаппараттық жүйесінің (ГАЗ) құрылымын талдау // Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ Хабаршысы, №6 (112), 2015 ж., Б.3-7
- [6] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б. Модель анализа управления ГИС мониторинга экологической обстановки мегаполиса. //Труды Международной научно-практической конференции «Роль технических наук в развитии общества», г. Кемерово, Россия, 26-27 ноября 2015 г., С.10-14.
- [7] Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б. Обоснование для применения Веб-ГИС технологий разработки ГИС МЭОМ// «Аппараттық және телекоммуникациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе», атты II Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция еңбектері, Алматы, Қазақстан, 3-4 желтоқсан, ҚазҰТЗУ, 2015, Том I, Б.137-139.
- [8] Bissarinova A.T., Mamyrova A.K., Tusupova B.B. Mathematical modeling of expenditure in emission planning on the example of one of the territorial districts of the city. // *Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference "21st Century: the fundamental science and technology"* on January 25-26, 2016 - North Charleston, USA, T. 3 - p. 116-122

Бисаринова А.Т.

Особенности разработки программного обеспечения проектирования ГИС мониторинга воздушного бассейна мегаполиса

Резюме. В статье рассматриваются особенности разработки геоинформационной системы (ГИС) которые включают в себя комплексное исследование данных, оценку динамики состояния воздушного бассейна мегаполиса с учетом географических и климатических особенностей. ГИС позволяет отобразить расчетные данные на карте и построить интерполяционную карту загрязнения атмосферного воздуха на основе интегрального показателя. Геоинформационная система мониторинга воздушного бассейна мегаполиса позволяет оперативно решать практические задачи управления качеством окружающей среды.

Ключевые слова: Программное обеспечение (ПО), геоинформационная система (ГИС), геоинформационные технологии (ГИТ), метод обратно взвешенных расстояний (ОВР), мониторинг, интерполяционная карта, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), облачная инфраструктура.

Bissarinova A.T.

Features of software development for GIS monitoring of the air basin of a megacity

Summary. The article considers the features of the Geoinformation System (GIS) development, which include a comprehensive study of data, assessment of the megacity air basin dynamics, taking into account geographical and climatic features. GIS allows you to display calculated data on a map and build an interpolation map of atmospheric air pollution based on an integral indicator. Geoinformation system for monitoring the air basin of a metropolis allows to quickly solve practical problems of environmental quality management.

Key words: Software, geoinformation system (GIS), geoinformation technologies (GIT), method of inversely weighted distances (IWD), monitoring, interpolation map, atmospheric pollution index (API), cloud infrastructure.

УДК 378.141

¹Ж.Б. Мұқаш, ²С.Е. Ибекеев,

(¹Академия МВД, Jazka_armashka@mail.ru,

²КазНИТУ им К.И.Сатпаева, serikbek@list.ru,

Алматы, Республика Казахстан)

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЕМЫХ

Аннотация. Рассматриваются возможности применения компьютерных технологий в обучающих процессах. Компьютеры дают дополнительные возможности как для преподавателей, так и для обучающихся. Появляются новые формы организации учебной информации, которые, прежде всего, характеризуются нелинейным структурированием учебного материала, что, в свою очередь, позволяет обучаемому выбрать «индивидуальную траекторию обучения».

Ключевые слова: Компьютерные технологии, информационная компетентность, мультимедийные технологии, процесс обучения, учебный план.

Внедрение компьютерных технологий в процесс обучения в истории создаёт предпосылки для интенсификации образовательного процесса. Использование компьютерных технологий изменяет цели и содержание обучения: появляются новые методы и организационные формы обучения.

Компьютерные технологии позволяют использовать на практике психолого-педагогические разработки, обеспечивающие переход от механического усвоения знаний к овладению умением самостоятельно приобретать новые знания, развивать информационную компетентность будущего специалиста.

Как считают специалисты [1], в методическом отношении учебные занятия с применением компьютерных технологий отличаются следующим:

— Такие занятия ведут как бы два преподавателя: наряду с педагогом в объяснении, беседе, опросе участвует техника. Конечно, главным остается педагог, он предоставляет слово своему «коллеге», через него осуществляется связь «преподаватель – студент», без которой немислимо учебное занятие. Однако в определенные моменты преподаватель в аудитории может уступить место техническим средствам обучения как источнику учебной информации и средству обучения, ведущему, управляющему или контролирующему процесс изучения учебного материала.

— На всех этапах учебного занятия меняются формы работы.

— Техника на занятиях выступает в союзе, комплексе с традиционными средствами обучения – учебником, таблицами и др. Учебные занятия с применением компьютерных технологий должны стать частью системы, построенной с учётом дидактических принципов [1].

Сегодня вполне возможно отследить некоторые тенденции, которые начинают проявляться в области развития компьютерных технологий. Прежде всего, это связано с возникновением так называемых «информационных сред обучения» и «виртуальных образовательных пространств», «которые строятся по системе студент – посредник – преподаватель, где в качестве посредника выступают современные средства информационных технологий». Появляются новые формы организации учебной информации, которые, прежде всего, характеризуются нелинейным структурированием учебного материала, что в свою очередь позволяет обучаемому выбрать «индивидуальную траекторию обучения».

В качестве примера можно привести радиально-концентрическую модель, в центре которой находится сетевой гипертекст, а от него радиально расходится сеть вариативных курсов. Эти и другие факты ведут к необходимости научно-педагогического осмысления новых возможностей в обучении в связи с обогащением современного процесса образования компьютерными технологиями. Необходимо учесть в существующей классификации методов обучения характер информационного обмена в системе «студент-преподаватель» и исследовать степень влияния методов обучения с использованием компьютерных мультимедийных технологий на эффективность процесса обучения в высшем учебном заведении [2].

На данный момент в образовательном пространстве сложились объективные предпосылки для системного использования на занятии компьютерных средств организации учебного процесса. Необходимо помнить, что содержание подготовки будущих выпускников педагогического вуза имеет сложную и многокомпонентную структуру, отличается большим разнообразием изучаемых объектов, явлений и процессов.

Наряду с глубоким усвоением значительного объема теоретических знаний, у студентов должны быть развиты профессиональные компетенции, в том числе, информационная компетентность, позволяющие творчески использовать полученные на учебных занятиях знания в различных учебных и профессиональных условиях.

Выводы

Дидактические задачи, решаемые в ходе подготовки обучаемых по каждой из дисциплин учебного плана, разнообразны и глубоко специфичны, имеют профессиональную теоретическую и практическую направленность, характеризуются целостностью и завершенностью. Все это требует того, чтобы в целях развития информационной компетентности обучаемых необходимо комплексно использовались информационные ресурсы образовательного учреждения, с учетом достижений современной педагогической науки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смирнов, А.В. Технические средства в обучении и воспитании детей [Текст] / А.В. Смирнов. – М., 2005. – С. 61-63.
[2] Русина, И.П. Информационные технологии и их влияние на формы и методы обучения [Текст] // XV Международная конференция «Применение новых технологий в образовании». – Троицк, 2004. – С. 204-206.

Мұқаш Ж. Б., Ибекеев С. Е.

Білім алушылардың ақпараттық білгілігін дамытудағы компьютердік технологияларды енгізу

Түйіндеме. Бұл мақалада оқу процесінде компьютерлік технологияларды пайдалану мүмкіндігін талқылайды. Компьютерлер оқытушылар және студенттер үшін қосымша мүмкіндіктер ұсынады. Білім беру ақпарат ұйымдастыруда жаңа нысандардың пайда болуына байланысты ең алдымен, сызықтық емес құрылымдау оқу материалын сипатталады да өз кезегінде, студенттік «жеке оқу траекториясын.» таңдауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер. Компьютерлік технология, ақпараттық құзыреттілік, мультимедиялық технологиялар, оқыту процесі, оқу бағдарламасы.

Mukash Zh.B., Ibekeev S. E.

The introduction of computer technologies in the development of information competence

Summary. This article discusses the possible application of computer technologies in educational processes. Computers provide additional opportunities both for teachers and for students. There are new forms of organization of educational information, which is primarily characterized by non-linear structuring of educational material, which in turn allows the learner to select "individual learning path".

Key words: Computer technologies, information competence, media technology, learning process, curriculum.

УДК 378.147.88(043)

А.Т. Қамшы

(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: akjarkin92@yandex.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. В настоящее время в сфере образования уделяется большое внимание использованию в процессе образования и современных информационно-коммуникационных технологий и различных цифровых образовательных ресурсов. В качестве одного из самых эффективных способов организации самообучения – это дистанционное обучение. Дистанционное обучение – образовательный процесс, реализуемый на основе взаимодействия удаленного преподавателя и обучающегося независимо от места или времени обучения с помощью информационно-коммуникационных технологий.

В статье показаны возможности использования алгоритма нечеткой логики для системы дистанционного обучения. А так же анализ научных работ в этом направлении.

Ключевые слова: алгоритм нечеткой логики, дистанционное обучение.

В 1965 г. в журнале «Information and Control» появилась статья Л. Заде «Fuzzy sets». При переводе этого названия на другие языки возникло немало трудностей из-за семантической неоднозначности термина «fuzzy». На русский язык его переводили как «нечеткий», «размытый», «расплывчатый» и даже «неопределенный». Первый из вариантов со временем вытеснил все остальные и стал в отечественной литературе узаконенным. Основная идея Л. Заде состоит в том, что человеческий способ рассуждения, опирающийся на естественный язык, не может быть описан в рамках традиционных математических формализмов. Человек мыслит нечеткими понятиями, делает заключения в неточных, неколичественных, нечетких терминах. Благодаря этой способности люди могут расшифровывать неразборчивый почерк, понимать искаженную речь, концентрировать внимание на той информации, которая приводит к решению [1].

Л. Заде явился основателем новой математической дисциплины, в основе которой лежит не классическая теория множеств, а теория нечетких множеств. Теория нечетких множеств – это, по сути дела, шаг на пути к сближению точности классической математики и всепроникающей нечеткости реального мира. Множество или совокупность объектов – основное понятие в математике. Многие, возможно большинство, человеческих знаний и связей с внешним миром включают такие построения, которые нельзя назвать множествами в классическом смысле. Их скорее следует считать «нечеткими множествами» (или подмножествами), т.е. классами с нечеткими границами, когда переход от принадлежности к классу к непринадлежности происходит постепенно, не резко. Логика человеческого рассуждения основывается не на классической или даже многозначной логике, а на логике с нечеткими значениями истинности, с нечеткими связками и нечеткими правилами вывода. В классической математике есть только две приемлемые ситуации для элемента: он может либо быть, либо не быть элементом подмножества. Понятие нечеткого подмножества основано на принадлежности элемента подмножеству в большей или меньшей степени. С самого начала основная прагматическая цель Л. Заде – создание аппарата, способного моделировать человеческие рассуждения и объяснять человеческие приемы принятия решений в ходе решения различных задач, привлекла в эту область многочисленную армию прикладников [2].

В реальных ситуациях принятия решений в большей части субъективны и неточно определены также цели, ограничения, критерии выбора.

Поэтому при рассмотрении системы дистанционного обучения возникает необходимость использования нечеткой логики. Дистанционное обучение – широкий спектр образовательных услуг, в рамках которых ученики обучаются на расстоянии, а не располагаясь в учебном классе. Оно решает задачи, которые традиционное обучение решить не может, это, прежде всего:

- усиление активной роли обучающихся в собственном образовании, использование доступных образовательных ресурсов;
- повышение мотивации к обучению;
- применение интерактивных форм занятий;

- усиление творческой составляющей образования, наличие условий для самовыражения, насыщенность и интенсивность обучения;

- возможность получения экспертного заключения результатов своей учебной деятельности без широкой огласки [3];

Система дистанционного обучения - позволяет организовать планирование, проведение и анализ результатов обучения пользователей (сотрудников, студентов, школьников) с помощью электронных учебных курсов, а также обеспечить общение и обмен информацией между обучаемыми, преподавателями, экспертами и администраторами системы.

Актуальность дистанционного обучения состоит в том, что в условиях техногенной цивилизации традиционные модели организации учебного процесса не в состоянии удовлетворить потребности в образовании значительной части населения. В этих условиях система дистанционного обучения, обеспечивающая использование новейших технологических средств для доставки информации и учебных материалов непосредственно потребителю независимо от его местопребывания, становится неотъемлемой, конкурентно способной частью образовательного пространства. Система дистанционного обучения должна быть гибкой и в меру сложной. Слишком сложная система дистанционного обучения вредит сама себе, так как над действиями самой системы может быть потерян контроль. Опыт, который уже имеется в казахстанской практике высшего образования в области дистанционного обучения, требует дальнейшей разработки и совершенствования [4].

Теоретическим и практическим проблемам дистанционного обучения посвящены работы зарубежных, российских и отечественных ученых.

Опыт зарубежных ученых в области определения сущности и особенностей дистанционного обучения привлекают работы - Б. Холмберга, Дж. Даниеля, Д. Кигана, А. Борка, Б. Хантера, Дж. Баата, Р. Деллинга, Ф. Ведемейера, М. Мура, О. Петере, К. Смита.

Российскими учеными исследуются:

- проблемы организации дистанционного обучения - И.В. Роберт, А.В. Хуторской, А.М. Бершадский, И.В. Кревский, В.И. Овсянников, А.Н. Тихонов, А.А. Андреев, В.А. Трайнев, В.Ф. Гуркин.

- психолого-педагогические вопросы дистанционного обучения - М.Б. Моисеева, В.А. Каймин, В.И. Ребиков, В.А. Якусевич, Л.П. Коренев, Т.А. Сергеева.

- различные аспекты использования информационных технологий, на которых основано дистанционное обучение - И.М. Ибрагимов, Е.К. Балафанов, Е.У. Жуматаева, В.А. Криворучко, Е.С. Полат, А.В. Хуторской.

В Казахстане проблемами организации дистанционного обучения, дидактическими и методическими вопросами применения средств новых информационных технологий в обучении занимались К.С. Ахметкаримова, Д.М. Джусубалиева, В.В. Егоров, М.Р. Нургужин, Г.Д. Жангисина, Г.М. Мутанов, А.Б. Шакаримова, Н.А. Завалко, Е.Г. Гаевская, Т.К. Нурғалиев, Ж.А. Караев, Р.М. Дузбаева, М.И. Нежурина, Г.Б. Ахметова.

Как видно из перечисленных направлений зарубежных, российских и отечественных исследований, в развитии организации дистанционного обучения проделан огромный путь и достигнуты определенные результаты. Более того, в настоящее время, сложилась та ситуация, при которой Республика Казахстан может аккумулировать накопленный опыт развития дистанционного обучения во всем мире и сделать скачок в собственном развитии, не повторяя ошибок других стран. Вместе с тем, на данном этапе в Казахстане недостаточно глубоко изучены вопросы организации и управления дистанционным обучением, в связи с этим на сегодняшний момент назрела необходимость поиска новых путей развития и совершенствования дистанционного обучения, что и обусловило выбор темы диссертационной работы, ее структуру и содержание, а также логическое построение [5].

Целью диссертационной работы является комплексный анализ теории и практики отечественного и зарубежного опыта дистанционного обучения и разработка научно-методических рекомендаций по организации и совершенствованию системы дистанционного обучения в вузе.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть эволюцию развития дистанционного обучения в мировой практике;

- исследовать сущность и современное содержание понятий «дистанционное обучение» и «дистанционное образование»;

- изучить принципы дистанционного обучения в образовательном процессе;
- проанализировать применение дистанционного обучения в высших учебных заведениях Казахстана;
- обосновать эффективность внедрения дистанционного обучения в систему высшего образования;
- сформировать новые управленческие подходы в системе дистанционного обучения;
- разработать предложения по организации и совершенствованию дистанционного обучения в вузе на основе проведенного анализа.

Новизна работы заключается в системном и комплексном теоретическом и практическом анализе состояния организации дистанционного обучения с использованием нечеткой логики в Республике Казахстан, в разработке рекомендаций по его совершенствованию в будущем.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что выводы, полученные в ходе исследования, развивают, восполняют и дополняют многие аспекты организации дистанционного обучения в системе высшего образования Республики Казахстан. Рассмотренный в работе опыт внедрения дистанционных образовательных технологий в вузах Казахстана, за рубежом и предложенные практические рекомендации могут быть применены для совершенствования организации системы дистанционного обучения вуза. Полученные результаты представляют собой основу для дальнейших научных работ в сфере дистанционного обучения и могут быть использованы в учебном процессе высших учебных заведений.

В заключение отметим, что строго формализованный количественный анализ имеет свои пределы, за которыми могут быть утрачены качество, глубина и полнота осмысления действительности. Поэтому в системе дистанционного обучения необходимо использовать «гибкие» методы, одним из которых и является нечеткая логика.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Заде, Л.А. Нечеткие множества // Информация и управление. 1965. □ том. 8. □ с. 338-345.
- [2] Саати Т. Л. Обеспечение интерфейса между иерархиями, множеством целей и нечеткими множествами // Нечеткие множества и системы. 1978. том. 1. с. 57-69.
- [3] Беллман, Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений : сб. переводов. М. : Мир, 1976. С. 172-215.
- [4] Лукашенко М.А. Высшее учебное заведение на рынке образовательных услуг: актуальные проблемы управления. - М.: Маркет ДС, 2003. - 358 с.
- [5] Дистанционное образование в России и за рубежом: информационно-аналитический аспект //Сводный ИАД "Состояние, потребности и перспективы развития дистанционного образования в России и за рубежом" и справочник "Основные центры открытого и дистанционного образования в странах мира". - М.: РИЦ "Альфа" МГОПУ им. М.А. Шолохова, 2001. - 226с.

Kamshy A.T.

The study fuzzy logic algorithm for distance learning

Summary. Currently, the education sector pays much attention to the use in the education process and modern information and communication technologies and various digital educational resources. As one of the most effective ways to organize self-study is distance learning. Distance learning is an educational process implemented on the basis of interaction between a remote teacher and a learner, regardless of the place or time of training using information and communication technologies. The article shows the possibilities of using the fuzzy logic algorithm for the distance learning system. And also the analysis of scientific works in this direction.

Key words: fuzzy logic algorithm, distance learning.

ЖОК 621.39

Б. Дуаметұлы, Б.П. Калауов

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, bahat62@yahoo.com)

ЖЕҢІЛ СУЛЫ РЕАКТОРЛАРДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ

Андатпа. Бұл жұмыста, қазіргі кезде энергетикада кең қолданыстағы жеңіл сулы реакторлардың энергетикалық тиімділігі зерттелген. Ядролық реактор – ауыр ядролардың бөлінуімен тізбекті реакцияларды басқаратын және реттейтін қондырғы. Реактор жұмысы нәтижесінде бөлінген ядролық энергия, сыртқы тұтынушылардың пайдаланатын жылу энергиясына айналады. Ядролық реактор атом электр стансасының (АЭС) ең негізгі бөлігі. Атом электр стансасы әуелі жылу энергиясын механикалық энергияға, одан соң механикалықты электр энергиясына айналдыратын кешен. Ядролық реактор энергетикада және ауыр кеме көліктерінде қолданылады. Жеңіл сулы реакторлардың ядролық отыны уран-235 (4%) және уран-238 (96%) изотобынан құралған. Қазір әлемнің 30-дан астам елінде 450-дей реактор энергетика саласында жұмыс істеп тұр.

Түйін сөздер: жеңіл сулы реактор, атом электрстансалары, ядролық технологиялар, атом энергетикасы.

Әлем халық санының жылдан-жылға артуы – адам өмірін қамтамасыз ететін өнімдердің көбеюіне, өндірістің ұлғаюына алып келеді. Өз кезегінде кез-келген өндірістің, ғылыми-техникалық дамудың түп-тамыры энергияның жай-күйіне байланысты. Атом энергиясы жылулық және электр энергиясы ретінде кеңінен қолданылады. Қазақстанда атом энергетикасын жетілдіру бағдарламасы 1993 жылдан бастап жұмыс жасап келеді, алайда бізде әлі күнге дейін бұл энергия түрі қолданыста жоқ.

Атом энергиясын алуда қолданылатын негізгі қондырғы ол – ядролық реактор. Мұнда отын ретінде табиғи уран мен торий пайдаланылады. Ал, бұл аталған элементтің қоры Қазақстанның жер қойнауында көп мөлшерде бар екендігі мәлім. Біздің еліміздің стратегиялық жоспарында жақын болашақта атом энергиясын өндіретін электрстансалар салу қарастырылған. Қазақстанның алдында тұрған тағы бір мәселе ол – қазіргі заман талаптарына сәйкелетін радиациялық және экологиялық қауіпсіз, сонымен қатар экономикалық бәсекеге қабілетті және сенімді реактор түрлерін тандап алу. Сондай-ақ білімді, жоғарғы сапалы, бәсекеге қабілетті маман дайындау да өзекті мәселелердің бірі. Ядролық реактордың сауатты қолданылуы – ядролық реактор жұмысын қадағалайтын маманның реакторда болатын физикалық процесстерді түсіну тереңдігіне және теориялық білімін практика жүзінде іске асыра алуына тікелей байланысты.

Бұл жұмыста атом электр стансаның (АЭС) ең негізгі бөлігі болып саналатын ядролық реакторлар туралы жалпы мағлұмат айтылады, әрі ядролық реактордың ішіндегі энергетикада ең көп қолданатын жеңіл сулы реактор туралы баяндалады. Ядролық реактор – ауыр ядролардың бөлінуімен тізбекті реакцияларды басқаратын және реттейтін қондырғы. Реактордың жұмысы нәтижесінде бөлінген ядролық энергия, сыртқы тұтынушылар пайдаланатын жылу энергиясына айналады. Атом электр стансасы ең әуелі жылу энергиясын механикалық энергияға, одан соң механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын кешен.

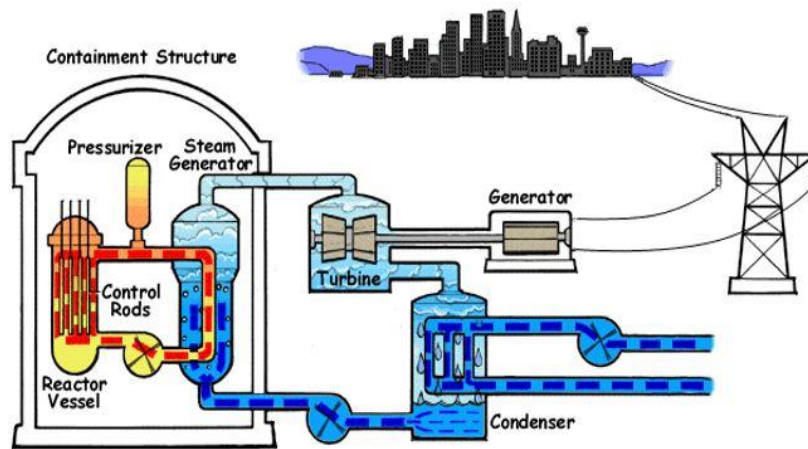
Кәдімгі жылу электр стансаларында (ЖЭС) көмір, мазут немесе газды отын ретінде қолданады. Отынды жағып ошақ үстіндегі қазандағы суды қыздырады. Жоғары қысымда қайнаған су бұға айналып, турбинаның қалақшаларын ұрып айналысқа түсіреді. Генератордың роторы мен турбинаның өзегі бір білікке орнатылғандықтан, турбина айналған кезде онымен бірге генератор да айналады. Нәтижесінде, айнымалы электр қозғаушы күші (электр энергиясы) пайда болады. Турбинаның қалақшасын айналдыру үшін биіктен құлаған суды да пайдалануға болады. Мұны су электр-стансасы деп атайды.

АЭС-тің де мақсаты суды қыздырып бұға айналдырып, бумен турбина қалақшасын ұрып айналысқа келтіру. Арғы жағы жүз жылдан аса уақыт аралағында жинақталған тәжірибесі бар айнымалы электр тоғын алу және оны тұтынушыға жеткізу болып табылады.

АЭСпен ЖЭС-тің бір-бірінен айырмашылығы отынның тегінде және отын жанатын ошақтың өзгешелігінде. АЭС-тің отыны уран элементінің изотоптары, ал уран “жанатын” ошағы ядролық реактор болып табылады.

Өткен жылғы мәлімет бойынша қазір әлемде жалпы 441 АЭС жұмыс істеп тұр. Бүкіл әлем энергетикасының 16% аталған АЭС-тің үлесінде. Бұған әлем елдерінде жаңадан салынып жатқан 52 АЭС-ті қоссаңыз, АЭС-тің энергетикадағы үлесінің жылдан жылға артып келе жатқанын көруге

болады. АЭС-тің әлем энергетикасындағы үлесінің артуындағы ең негізгі себепотынды аз жұмсау арқылы көп энергия алуға болатындығы және қоршаған ортаға көмір қышқыл газын (CO_2) шығармайтындығымен түсіндіруге болады. Мысал үшін, бір миллион киловатт электр қуатын беретін АЭС-тің бір жылдық ядролық отыны 21 тонна болса, дәл осындай электр қуатын өндіру үшін бір миллион үш жүз он мың тонна (1310000 т) мұнай қажет болар еді. Яғни, уранға қарағанда салмағы 62381 есе көп мұнай жұмсалады дегенді білдіреді. Ал дәл осы энергияны көмір арқылы өндіруге тура келсе, онда екі миллион үш жүз алпыс мың тонна (2360000 т) көмір қажет болады. Бұл АЭС-тің бір жылдық отынының массасынан 112381 есе көп. Енді осы отындарды тасымалдау жағдайын қарастырып көрейік. Жоғарыда аталған АЭС-тің ядролық отыны UO_2 түріндегі уранды тасымалдау үшін кәдімгі 10 тонналық жүк машинасынан 2,1 қажет болса, мұнайды тасымалдау үшін 200 мың тонналық алып пароходтан 6,6 қажет. Ал енді көмірді тасымалдау үшін дәл осындай 200 мың тонналық үлкен пароходтан 11,8 қажет болар еді. Демек, АЭС-тің отынын тасымалдау және оны сақтауда басқа отындарға қарағанда өте көп артықшылықтары бар.



1- сурет. АЭС-тің(PWR) негізгі сызбасы

Реактордың жұмыс істеу принципі мен негізгі қасиеттері

Ядролық реактор – ауыр ядролардың бөлінуімен тізбекті реакцияларды басқаратын және реттейтін күрделі қондырғы. Реактор жұмысы нәтижесінде бөлінген ядролық энергия, сыртқы тұтынушылардың пайдаланатын жылу энергиясына айналады. Мысал ретінде 1-суретте АЭС-тің негізгі сызбасы көрсетілген. Ядролық реакторда ядролық энергия жылу энергиясына айналып, реактор ішіндегі суды қыздырады. Қыздырылған су құбыр арқылы бугенераторына жіберіліп бу өндіріледі. Өндірілген жоғары қысымды бу турбинаға жеткізіліп, турбина қалақшаларын ұрып айналысқа түсіреді. Жоғары жылдамдықпен айналып тұрған турбина өзімен бірге электр генераторын айналдыратындықтан электр энергиясы пайда болады. Турбина қалақшасын айналысқа түсіргеннен кейінгі жоғары қысымды бу салқындатқыш арқылы салқындатылып, суға айналады және басты циркуляциялық насос көмегімен қайта реакторға бағытталады. Мұнда жылу энергиясы механикалық энергияға, ал механикалық электр энергиясына айналады.

Реакторларда ядролық отын ретінде табиғи уранды (U) немесе байытылған уранды пайдаланады. Табиғи металл уранның құрамында үш изотоп бар: U^{238} , U^{235} және U^{234} . Кез-келген энергияда нейтрондармен сәулелендіргенде, табиғи қоспаның 0,71% құрайтын U^{235} ғана бөлінеді. Табиғи уранның 99%-дан жоғарғы энергия нейтрондарымен әсер еткенде ғана ($E \geq 1$ МэВ) бөлінетін U^{238} құрайды, оның өздігінен реттелетін тізбекті бөліну реакциясын қалыптастыру мүмкін емес. Ал U^{234} үлесі өте аз, әдетте оны есепке алмайды.

Ядролық отын құрамындағы U^{238} нейтрондарды қармайтын қасиетке ие, нәтижесінде қысқа өмір сүретін радиоактивті изотоп U^{239} түзіледі. U^{239} орнықсыз болғандықтан, жартылай ыдырау периоды 23,5 минутпен β - ыдырау арқылы жаңа радиоактивті нуклид Np^{239} түзіледі, ол да 2,3 тәулік жартылау ыдырау периодымен β - ыдырауы арқылы реакторда Pu^{239} жинақталады. Ол нейтрондармен өзара әсерлесе отырып U^{235} тәрізді бөлінеді немесе радиациялық қармау арқылы Pu^{240} түзіледі.

Реактордағы жұмыс барысында алғашқы ядролық отынның жануы, бөліну өнімдерінің және радиациялық қармау өнімдерінен жинақталады, жаңа (екіншілік) ядролық отынның жинақталуы жүзеге асады. Соңғысы ядролық реактордың негізгі қасиеті болып табылады. Табиғатта кездесетін Pu^{239} жинақталуында шикізат материалы болып табылатын U^{238} ядролық отынның ресурстарын кеңейтеді. Жинақталған отын мен жұмсалған отынның массалық қатынасын *өндіру коэффициенті* (ӨК) деп атайды. Ол маңызды экономикалық қасиетке ие. Реактор типіне қарай ӨК бірден аз немесе көп, кейде бірге жақын болады.

Реактордағы нейтрондар балансын қарастырамыз. Уран ядросының біреуі бөлінген кезде $2,5 \div 3$ -ке жуық нейтрон босап шығады. Нейтрондардың бір бөлігі бөлінудің келесі реакцияларына қатысады, бір бөлігі радиациялық қармау мен бөліну өнімдерінде жұтылады, қалғаны реактордан шығып кетеді. Өзіндік үстемеленетін, жылудың бір деңгейде бөлінетін бөлінудің тізбекті реакциясы үшін барлық шығыннан бөліну актісінің келесіне қатысатын бір нейтрон қалу керек. Бұл жағдайда реактор тығырық (критикалық) күйінде болады.

Реактор күйін анықтайтын негізгі қасиет – көбеюдің эффективті коэффициенті k_{eff} қазіргі кездегі нейтрондар саны мен алдыңғы нейтрондар санының қатынасына тең $k_{eff}=1$ болған кезде реактор тығырық (критикалық) күйінде болып, тұрақты барлық күшімен жұмыс жасайды. Егер $k_{eff}<1$ болса, бөлінудің тізбекті реакциясы басылып, реактордан энергия шығару тоқтайды. $k_{eff}>1$ кезінде, бөліну реакциясының саны арта түседі, энергия бөлінудің артуын тоқтату үшін k_{eff} -ні бірге дейін азайту қажет.

$k_{eff}-1=\Delta k$ шамасы артық реактивтілік деп аталады. $\Delta k=0$ болғанда реактор тығырық (критикалық) күйінде болады, $\Delta k>0$ болса, тығырық алды, $\Delta k<0$ болса, тығырықтан кейінгі күйде болады. Бұл жағдайда тығырық алды тереңдігі $\Delta k=1-k_{eff}$ бойынша анықталады.

$\Delta k/k$ қатынасын реактор реактивтілігі деп атайды. Алайда жұмыстың қалыпты режимінде k_{eff} бірліктен айырмашылығы аз, Δk мағынасын осы қатынаспен сәйкестендіріп реактивтілік деп атайды.

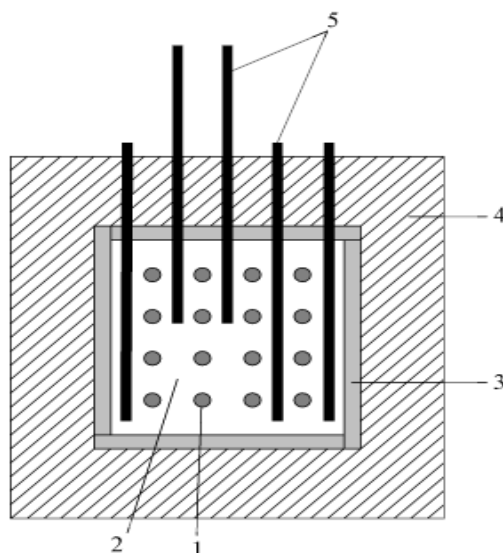
Реакторда тығырық (критикалық) күйге жету үшін ядролық отынның критикалық массаға сай анықталған саны қажет. Критикалық реакциядан аз масса кезінде бөліну реакциясы өшіп, энергия бөліну тоқтайды, ал критикалықтан артық масса кезінде реактордың энергия бөлуі үздіксіз артады.

Реактор жұмысы барысында отынның изотоптық және нуклидтік құрамы өзгереді, нәтижесінде нейтрондар балансы бұзылады, критикалық масса өзгереді. Критикалық масса отын құрамына, отын температурасына және басқа материалдарға тәуелді. Критикалық масса мен реактордағы қажетті жұмыс режимін ұстап тұру үшін реттеуші органдар қарастырылған. Олардың әсері артық нейтрондарды жұтуға негізделген. Осылайша реттеуші органдарды активті ортаға енгізу немесе алу арқылы нейтрондар балансын өзгертуге және критикалық жағдайды ұстап тұруға болады.

Ядролық реактордың маңызды ерекшелігі, онда отынның критикалық массасы болғанда ғана жұмыс істеуі. Егер жұмыс барысында отынның жанатынын ескерсек, оның құрамы үздіксіз өзгереді, критикалық массаны ұстап тұру үшін жанған отынды жаңа отынмен ауыстыру қажет немесе критикалық массадан артық отын салып, артық массаны реттеуші органдармен реттеп отырады. Критикалық массаны үздіксіз ұстап тұру мүмкін емес, сондықтан оны артық күш түсу режимі мен реттеуші органдардың үйлесімділігі арқылы реттейді. Артық күш түсіру периодпен жүргізіледі, осы аралықта критикалық масса үстіндегі артық отын жанады, ол реакторға әрбір артық күш түсіру кезінде салынады.

Ядролық реактордың құрамы мен компоненттері

Ядролық реактордың негізгі элементі (2 сурет) – активті орта, онда жылу бөлетін элементтер (ЖБЭ) түрінде ядролық отын болады, олар герметикалық қабықпен қапталған. ЖБЭ-тер жылу шығаратын жинақ (ЖШЖ) құрамына кіреді. Олар вертикалды каналдарда орналасып, дұрыс тор құрайды. Бұдан басқа активті ортаға құрастырушы материалдар – жбэл қабықтары, дистанциондық кондырғылар кіреді. Активті ортада бөлінетін жылу салқындатқыштармен алып кетіледі. Активті ортада реакция барысында пайда болған шапшаң нейтрондарды жылу нейтрондарға дейін баяулататын баяулатқыш (жеңіл су) орналасады.



1 – ядролық отын, 2 – баяулатқыш, 3 – нейтрондар шашыратқышы, 4 – қорғаныс, 5 – реттеуші
2-сурет. Ядролық реактор ішінің сызбасы

Нейтрондардың реактор ішінен шығып кетуін азайту үшін активті орта жан жағынан нейтрондарды шағылдыратын қорғаныспен қоршалады. Әдетте шағылдырғыш баяулатқыш жасалған материалдан жасалады. Баяулатқышы жоқ шапшаң нейтронды реакторда шағылдырғыш орнына өндіру аймағы орналасады, ол табиғи немесе бөлінетін изотоптарды тудыратын U^{238} -ден тұрады. Бұл жағдайда активті ортадан шыққан нейтрондар өндіру аймағында жаңа ядролық отынға ие болады.

Активті орта мен бейнелегіш герметикалық корпуста (қорапта) орналасқан негізгі компоненттер үйлесімділігіне сәйкес (отын, салқындатқыш және баяулатқыш) корпус салқындатқыш қысымын алып жүруі және алып жүрмеуі мүмкін. Бірінші жағдайда салқындатқыш пен баяулатқыш тікелей байланысып, корпус салқындатқыштың кіретін және шығатын түтіктерімен қамтылып, оның барлық қысымын алып жүреді. Егер салқындатқыш пен баяулатқыш арасында тікелей байланыс мүмкін болмаса, ЖШЖ-ты салқындатқыш қысымын алып жүретін параллельді герметикалық каналға орнатады. Ол үшін салқындатқыштан әрбір параллельді каналдарға алып келгіш және алып кеткіш жүйе орнатады. Мұнда баяулатқышты каналаралық кеңістікке орналастырады, ал кеңістікті атмосфералық ауаның сорылуын болдырмас үшін инертті газбен толтырады. Осылайша реакторлардағы корпус инертті газдың артық қысымын алып жүреді.

Шапшаң және жылулық нейтрондар ағымын және γ - сәулеленуді бәсеңдету үшін реактор биологиялық қорғаныспен жабдықталады. Ол реактор корпусы артында орналасқан.

Ядролық реактор материалдары және оларға қойылатын талаптар

Ядролық реакторлардағы пайдаланылатын негізгі материалдарға ядролық отын, өндіруші материал, салқындатқыш, баяулатқыш, конструкциялық (құрастырғыш) материалдар жатады.

Атап айтқандай, ядролық отын ретінде табиғи уран және байытылған уран пайдаланылады. Ол әртүрлі модификацияда қолданылады: табиғи – 0,71% U^{235} , бөлінетін изотоптармен байытылған, металл түріндегі уран, әртүрлі қосылыстағы уран.

Ядролық отынға қойылатын негізгі талаптар: реакторлық материалдармен сәйкестігі, физикалық қасиеттердің айтарлықтай өзгеруінсіз жанудың үлкен тереңдікке жету мүмкіндігі.

Бірінші тәжірибелік реакторда табиғи коспа мен металл уран пайдаланылды. Оның кемшілігі – жану температурасы мен жану тереңдігінің шектеулігі. Металл уран 667°C температурада өзінің кристалдық құрылымын өзгертеді, яғни α -дан β -фазаға өтіп, көлемін ұлғайтады. Нейтрондармен сәулелендіргенде металл уран ісіну мен радиациялық өсуге бейім, ол уран ядролары жанғанда газды ісіну байқалады. Осының барлығы жану тереңдігін тежейді. Металл уранның мөлшерінің ұлғаюы оның салқындатқышпен байланысын бұзады. Бұл салқындатқыштың циркуляциялық контурына бөлінудің радиоактивті өнімдерінің шығуына алып келеді. Сонымен қатар металл уран су және ауамен байланысқа түскенде тез қышқылданады. Металл уранның ядролық отын ретінде

қасиетін арттыру үшін оны қатты металмен қоспалайды (молибденмен, ниобиймен және т.б.). Молибденмен қоспасы 2% жану тереңдігінде 600°C температураға дейін ісінбейді. Металл уранның артықшылығы – жылу өткізгіштік қасиеті жоғары.

Ядролық отын ретінде кең қолданылатын уран диоксиді UO_2 . Ол көптеген конструктивті материалдар мен салқындатқыштармен жоғары температураға дейін қасиеттерін өзгертпейді. Металл уранмен салыстырғанда уран диоксиді жоғарғы жануда айтарлықтай ісінбейді. Оның ядролық отын ретіндегі кемшілігі – жылу өткізгіштік қасиетінің төмендігі.

Уран карбидтерін қолдануға да болады (UC және UC_2). Олар UO_2 -мен салыстырғанда тығыздығы және жылуөткізгіштігі жоғары. Олардың кемшілігі – реактордың ішіндегі материалдармен химиялық активтілігі жоғары. Уран карбидтері матрицалық отын қолданылатын реакторда кеңінен қолдау тапты. Матрица ретінде диспергирленген уран карбидтері бар графит қолданылады.

Уран отынын қолданғанда екіншілік отынның жинақталуы жүреді, оның негізгі көзі U^{238} болып табылады. U^{238} нейтрон қармау және β ыдырау нәтижесінде табиғатта кездеспейтін Pu^{239} -ға айналады.

Сәулеленген ураннан химиялық қайта өңдеу жолымен таза күйінде плутоний алынады. Оларды шапшаң нейтронды реакторларда қолданған тиімді. Онда Pu^{239} активті ортаға, ал өндіруші материалды өндіру аймағына орналастырады. Плутонийды ядролық отын ретінде PuO_2 диоксид түрінде қолданылады.

Салқындатқыштарға қойылатын негізгі талаптар: конструктивті материалдар мен ядролық отынмен сәйкестігі, нейтрондарды әлсіз жұту, ал шапшаң нейтрондар реакторларда – төменгі баяулатқыштық қасиет, термиялық және радиациялық төзімділік. Жоғарыда көрсетілген талаптарға сай болу үшін салқындатқышты ЯР типі мен конструктивті материалдар қасиетін есепке ала отырып тандайды. Жылулық нейтронды реакторларда су мен газды кең қолданады, ал шапшаң нейтронды реакторларда балқытылған натрий қолданылады.

Жылулық нейтронды реакторларда активті ортада баяулатқыш орналасады. Бөліну нейтрондары жоғарғы энергияға (орташа 2 МэВ) ие. Олардың реактор материалдарымен әсерлесуі, энергиясы электрон-вольттың жүзден бір бөлігін құрайтын жылулық нейтрондармен салыстырғанда төмен. Сондықтан жылулық нейтронды реакторларда баяулатқыштың болуына байланысты ядролық отынның толығыуы шапшаң нейтронды реактормен салыстырғанда төмен.

Баяулатқыштарға қойылатын негізгі талаптар: жоғары баяулату қасиеті мен нейтрондарды баяу жұтуы. Алғашқы талапты массалық саны аз материалдар қанағаттандырса, екіншісіне су, графит, бериллий, бериллий оксиді жатады. Жоғарғы баяулатқыштық қасиетке су ие, алайда ол нейтрондарды айтарлықтай жұтады. Жоғарғы баяулату коэффициентіне ауыр су ие. Ауыр судан кейін графитті баяулатқыш орналасады. Нейтронды физикалық тұрғыдан жақсы баяулататын бериллий болып табылады. Оны қолдану, реакция (α, n) (γ, n) есебінен нейтрондардың қосымша генерациясын қамтамасыз етеді. Алайда сумен байланысқандағы токсикалығы, химиялық активтілігіне байланысты энергетикалық реакторларда бериллийді қолданбайды.

Активті ортаның конструктивті материалдарына қойылатын талаптар: қаптауға арналған материалдар, технологиялық каналдар мен ЖШЖ корпустары нейтрондарды сіңіру дәрежесі төмен, механикалық берік, жылуөткізгіштігі жоғары, радиациялық және шіруге (тот басуға) төзімді және ядролық отын мен жылу тасымалдағышпен сәйкес болуы керек.

Жоғарыдағы талаптарды алюминий, магний, цирконий және олардың балқымалары қанағаттандыра алады. Алайда оларды қолдану температуралық деңгеймен шектеледі. Температура жоғарылаған сайын олардың механикалық беріктігі төмендеп, тот басу қасиеті артады. Алюминий балқымалар үшін шектік температура 200-250°C. Магний балқымалары газды салқындатқышпен байланысқанда шектік температура 300°C. Суды салқындататын реакторларда цирконий балқымалары пайдаланылады, ол өз қасиетін 400°C-ге дейін сақтай алады. Жұмыс температурасы жоғары салқындатқышты реакторларда аустенитті тот баспайтын болат пайдаланылады. Гелий бар жоғары температуралы реакторларда салқындатқыштың негізгі құрылымдық материалы графит болып табылады.

Активті ортадан тыс орналасқан реактор корпустары (қораптары) мен корпустік құрылғылар арнайы тот баспайтын перлитті және аустенитті топтағы болаттан жасалады. Металл корпустармен қатар берік, тығыз темір бетоннан жасалған корпустар да пайдаланылады.

Корпусан тыс реактордың биологиялық қорғаныс материалы – ауыр металл. Реактордың корпус ішіндегі нейтрондық қорғанысын графит толтырылған қарапайым борланған болаттан жасалған жапырақ, құбырлар атқарады.

Жеңіл сулы реакторлар

Ядролық реактордың көптеген типінің болуы мүмкін. Алайда практикалық құрылымдары көп емес. Ядролық энергетикалық реактордағы ең негізгі компонент баяулатқыш пен салқындатқыштың үйлесімдік мүмкіндігін қарастырамыз. Төмендегі 1-кестеде «+» белгісімен үйлесімділік бейнеленген (бұл, жұмыс жасайтын реакторлар немесе қазір жүзеге асырылған жобалар).

1-кесте. Ядролық реактордағы баяулатқыш пен салқындатқыш үйлесімділігі

Баяулатқыш	Салқындатқыш			
	H ₂ O	Газ	D ₂ O	Сұйық металл
H ₂ O	+	-	-	-
Графит	+	+	-	-
D ₂ O	+	+	+	-
Жоқ	-	+	-	+

Көрініп тұрғандай жеңіл сулы реакторларда салқындатқыш ретінде тек қарапайым суды қолдану қажет. Басқа салқындатқыштарды энергетикалық реакторда қолдану тиімсіз. Газды салқындатқыш өнімділігі жағынан төмен, оны қолдану реактордың активті ортасының құрылымы мен компоненттерін күрделендіреді. Ауыр суды қарапайым сумен салыстырғанда бағасы қымбат, ал жылуфизикалық қасиетінен соған жақын. Сұйық металдардан практика жүзінде салқындатқыш ретінде тек балқытылған натрий қолданылады. Оның сулы баяулатқышпен үйлесімділігі жоқ. Жеңіл сулы реакторларда баяулатқыш пен салқындатқыш рөлін су атқарады. Бұған мысал ретінде жақсы танымал корпус типті жылулық нейтронды қайнайтын және қысымды жеңіл сулы реакторларды айтуға болады.

Ядролық энергетикада жеңіл сулы реакторларды қолдану басымдығы бірнеше себептермен түсіндіріледі. Су – ядролық реакторларда баяулатқыш пен салқындатқышқа сай келетін материал. Сонымен қатар суды табу оңай, ертеден бері техниканың көптеген салаларында қолданылып келеді, сондықтан оның қасиеттері жақсы зерттелген. Баяулатқыш ретінде су жоғарғы баяулату қасиетіне ие, нәтижесінде бірлік көлемдегі жоғарғы қуатты алуға болады. Бір мезгілде суды баяулатқыш және салқындатқыш ретінде қолдану қарапайым реакторлар жасауға мүмкіндік береді. Жеңіл сулы реакторлар реактивтіліктің теріс температуралық коэффициенті арқасында жоғарғы төзімділігі мен өзіндік реттелуімен ерекшеленеді. Судың активтілігі қысқа өмір сүретін нуклидтерге негізделген. Ол бірінші контурдағы қондырғыға жету мен биологиялық қорғанысты жеңілдетеді. Салқындатқыш ретінде су жылуды жақсы тасымалдайды.

Судың көрсетілген артықшылығына қарамастан, оларды ядролық реакторларда қолдану біршама қиындық туғызады. Су нейтрондарды қарқынды сіңірумен қатар, активті ортадағы нейтрондарға теріс (жағымсыз) әсер етеді, сондықтан байытылған уранды қолдануды қажет етеді. Нәтижесінде жеңіл сулы реакторлардағы өндіру коэффициенті жоғары емес. Суда нейтрондардың күшті баяулауы энергия бөлінудің бірінші таралмауына әкеп соқтырады. Сондықтан жеңіл сулы реакторды құрастырғанда активті ортада судың біркелкі таралуын бақылау қажет. Судың құрылымдық материалдарды тот бастыратын қасиеті эксплуатациялық шығынды көбейтеді. Тиімді температураны алу үшін жоғарғы қысым қажет. Температура деңгейінің шектелуімен жеңіл сулы реакторларға бу циклы тән. Сулы салқындатқышты қолданғанда бөліктік жылу ағыны тығырықтың жылу күшімен шектеледі. Бұның барлығын жеңіл сулы реакторларда ескеру қажет.

Жеңіл сулы реакторлар — бұл типтегі реакторлар баяулатқыш және салқындатқыш ретінде кәдімгі жеңіл суды H₂O пайдаланатындықтан, әлемде кең қолданысқа ие. Қазір әлемдегі энергетикалық реакторлардың 80% жеңіл сулы реакторлардың үлесінде. Себебі судың қолжетімділігі, өзіндік құнының төмендігі, және реактор ішіндегі басқа элементтермен реакцияға түспейтіндігі ең негізгі себеп болып есептеледі. Судың құрамындағы сутегі атомының ядросымен ядролық бөліну кезінде пайда болған шапшаң нейтрон өзара әсерлесу нәтижесінде шапшаң нейтрондардың жылдамдығы баяулайды. Көп реткі соқтығысқаннан кейін шапшаң нейтрондар баяу нейтрондарға айналады. Сондықтан осы типті реакторларда нейтрондары баяулатқыш қасиеті күшті жеңіл суды баяулатқыш

ретінде қолданады. Алайда, жеңіл судың нейтрондарды баяулату қасиетімен бірге нейтрондарды жұту қасиеті де күшті. Сондықтан жеңіл сулы реакторларда табиғи уранды қолданбайды. Ядролық отын ретінде 3-5% байытылған уранды UO_2 қолданады.

Салқындатқыш ретінде суды H_2O қолдануысымды және қайнайтын жеңіл сулы реакторларды жасауға мүмкіндік береді. Бұл реакторлардың жылуфизикалық және құрылымдық ерекшеліктері, сонымен қатар олардың даму перспективасы толықтай зерттелген. Сондықтан, бұл тиіпті реакторлардың энергетикалық тиімділігі жоғары болып есептеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Бать Г.А. Исследовательские ядерные реакторы. -М.: Атомиздат, 1972.
- [2] Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. -М.: Энергоатомиздат, 1990.
- [3] Займовский А.С. Тепло выделяющие элементы атомных реакторов. -М.: Госатомиздат, 1962.
- [4] Ионайтис Р.Р., Стобецкий В.Н. Гидравлика СУЗ ядерных реакторов. -М.: Атомиздат, 1972. 5-57 б.
- [5] Кап Ф. Физика и техника ядерных реакторов. Пер. с нем. Б.А.Буйницкого. Под. ред. канд. физ.-мат. наук Г.А.Быть. -М.: Изд. иностр. лит., 1960.
- [6] Карпов В.А. Физические расчеты газоохлаждаемых реакторов. -М.: Энергоатомиздат, 1988.
- [7] Кочуров Б.П. Численные методы в теории гетерогенного реактора. -М.: Атомиздат, 1980.
- [8] Левин В.И. Ядерные реакторы. -М.: Госатомиздат, 1963.
- [9] Материалы для ядерных реакторов. Пер. с англ. Под. ред. Ю.Н.Сокурского. -М.: Госатомиздат, 1963.
- [10] Миллер В.С. Атомная энергетика и ее будущее. Киев, «Наукова думка», 1967.
- [11] Петросьянц А.М. Атомная энергетика зарубежных стран. США, Канада, Великобритания, Франция, ФРГ, Италия, Швеция, Швейцария, Япония. -М.: Атомиздат, 1974.
- [12] Пустовалов Г.Е. Атомная и ядерная физика. -М.: Изд-во Москов. Ун-та, 1990.
- [13] И.Н.Бекман. Ядерная индустрия. Курс лекций. 2008.
- [14] Усынин Г.Б., Карабасов А.С., Чирков В.А. Оптимизационные модели реакторов на быстрых нейтронах. - М.: Атомиздат.
- [15] Интернет сайты www.google.ru

Дуаметулы Б., Калауов Б.П.

Энергетическая эффективность легководяных реакторов

Резюме: Исследована энергетическая эффективность широко используемых в настоящее время легководяных реакторов в энергетике. Ядерный реактор – это установка, которая управляет и регулирует цепные реакции с делением тяжелых ядер. Ядерная энергия, выделенная в результате работы ядерного реактора, превращается в тепловую энергию, используемую внешними потребителями. Ядерный реактор является основной частью атомной электростанции. Атомная электростанция (АЭС) – это комплекс, превращающий сначала тепловую энергию в механическую, затем механическую в электрическую.

Ключевые слова: легко водный реактор, атомные электростанции, ядерные технологии, атомная энергетика.

Duametuly B., Kalauov B. P.

Energy efficiency of light-water reactors

Summary: In the given work, we studied the energy efficiency of light water reactors. A nuclear reactor is a device to initiate and control a sustained nuclear chain reaction. A nuclear power plant is a thermal power station in which the heat source is a nuclear reactor. Atomic reactor is a major part of nuclear power plant. In the nuclear power, plant converts heat energy into mechanical energy and then mechanical energy into electric energy.

Key words: light water reactor, nuclear power plant, nuclear technology, nuclear energy.

УДК 621.9.02(075.8)

П.Ю. Бочкарев¹ Г.С. Гумаров² С.И. Мендалиева²¹Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.,²Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Республика Казахстан)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы упрочнения режущего инструмента в целях повышения износостойкости. Приводятся основные характеристики электроискрового легирования, лазерного упрочнения, химико-термической обработки, методов плазменного термоупрочнения. Рассмотрены их преимущества и недостатки. В результате проведенного анализа выявлены наиболее модифицирующие – это плазменные методы упрочнения. В частности, упрочнение в плазме комбинированного разряда пониженного давления.

Ключевые слова: метод, технологии упрочнения, режущие инструменты, материал, термические методы, лазерное упрочнение, ионно-плазменное упрочнение.

Проблема повышения износостойкости режущего инструмента в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с возникновением ряда новых отраслей техники, развитие которых сопровождается быстрым ростом применения широкой гаммы труднообрабатываемых конструкционных материалов.

На сегодня в металлообработке существуют различные способы повышения износостойкости режущего инструмента.

Способы нанесения износостойких покрытий. Наибольшее распространение получили различные способы нанесения одно- и многокомпонентных покрытий, приводящие в большинстве случаев к повышению износостойкости режущего инструмента.

В многочисленных работах рассматриваются технологические вопросы получения качественных износостойких покрытий. При этом отмечается влияние температуры на получение текстурированных покрытий [1], состава покрытия на износостойкость инструмента [2,3], химического состава инструментального материала на скорость роста покрытия [4].

Способы нанесения износостойких покрытий на инструмент можно разделить на две группы. К первой группе относятся методы, основанные на физическом испарении или распылении материала (термическое [1], магнетронное [3], ионное [4]. Перевод материала в паровую фазу осуществляется путем электронной или ионной бомбардировки мишени, либо испарением вещества. Затем вещество мишени, переведенное в газообразное состояние, проходит область горения плазмы, образующейся в среде реактивно-активного газа, например, азота, ацетилена, кислорода, способного образовывать соответствующие соединения, которые осаждаются на обрабатываемом изделии. Такой способ нанесения покрытий обозначается PVD – «осаждение из паровой фазы». К другой группе относятся методы, в основе которых лежат химические реакции: электрофизическое разделение ионов при электрохимическом осаждении и анодировании [2], химическое осаждение покрытий из газовой фазы при термическом испарении [2], а также низкотемпературные методы выращивания пленок с использованием плазмы [2,3].

В основе метода плазмохимического осаждения тонких пленок лежит взаимодействие в плазме активированных частиц с невозбужденными молекулами, в результате чего образуется широкий спектр возбужденных молекул и радикалов с большим запасом энергии, что облегчает протекание химических реакций. Продуктом таких реакций является осаждаемый материал. Такой метод осаждения тонких пленок получил обозначение CVD – «осаждение из газовой фазы».

Самыми распространенными покрытиями являются карбид титана TiC, нитрид титана TiN и окись алюминия Al₂O₃. Прочность и износостойкость покрытия увеличивают созданием в нем слоев различного химического состава и физико-механических свойств. [2]

Покрытия, нанесенные PVD или CVD методами, обладают очень высокой твердостью (твердость TiC составляет 32-34 ГПа, а TiN – 21-24 ГПа). Эти покрытия, являясь диффузионным барьером, уменьшают износ инструмента, усилия резания и деформирования. Защищая от перегрева, они снижают склонность инструмента к свариванию с обрабатываемым материалом, снижают налипание на него, улучшают качество обрабатываемой поверхности.

Во многих работах представлены результаты исследований эксплуатационных свойств износостойких покрытий [1,2,3,4,5]. В них отмечается, что работоспособность покрытий зависит от режимов резания, совместимости покрытия с обрабатываемым материалом, последовательности нанесенных слоев покрытия и адгезии покрытия к материалу основы.

Многие зарубежные фирмы, изготавливающие режущий инструмент, занимаются разработкой новых инструментальных материалов и износостойких покрытий. Как правило, износостойкие покрытия, нанесенные различными способами, обладают высокой износостойкостью и способны работать в жестких условиях резания.

Электроискровое легирование. Электроискровое легирование используется на уровне промышленного применения с 50-х годов. Уже первые установки обеспечили повышение износостойкости инструмента из быстрорежущей стали более чем в 1,5 раза. Электроискровое легирование позволяет получать покрытия, с высокой адгезией к материалу основы и обладающие высокими эксплуатационными характеристиками.

Сущность электроискрового легирования [5] заключается в полярном переносе вещества анода за счет импульсных разрядов на поверхность инструмента, являющегося катодом. Энергия, выделяемая конденсаторной батареей, через разрядный контур воздействует на анод и легирует поверхность катода. Упрочнение поверхностного слоя происходит не только за счет осаждения материалов анода, но и за счет взаимодействия этого материала с основой.

Эффект упрочнения при электроискровом легировании возникает в результате химических реакций легирующего металла с диссоциированным атомарным азотом, углеродом воздуха и материалом основы, что приводит к образованию в поверхностных слоях закалочных структур и сложных химических соединений (высокодисперсные нитриды, карбонитриды и карбиды), т.е. возникает диффузионный износостойкий «белый слой».

Износостойкость режущего инструмента, прошедшего электроискровое легирование, по данным работ [5,6], повышается в 2-3 раза.

Лазерное упрочнение. Лазерное термоупрочнение относится к процессам упрочнения материалов высококонцентрированными потоками энергии. Применение излучения лазера для поверхностной обработки инструментальных сталей на участках, подвергаемых максимальному износу, позволяет существенно улучшить эксплуатационные свойства такие, как твердость, сопротивление разупрочнению при нагреве и износу, коррозионному воздействию, адгезионному схватыванию.

При высококонцентрированной обработке лучом лазера на поверхности инструментальных сталей формируются закаленные слои, глубина которых зависит от плотности и мощности теплового источника, длительности его воздействия, теплофизических характеристик обрабатываемого материала. [7]. Под действием лазерного излучения происходят структурные и химические изменения, увеличивающие микротвердость, износостойкость материалов. Микротвердость в зоне обработки повышается с 6,5-8 до 8,5-11 ГПа. Высокая твердость стали после обработки лучом лазера обусловлена образованием более мелкозернистого мартенсита в результате быстрого нагрева и охлаждения. Глубина упрочненной зоны достигает 0,2 мм [5]. Лазерное упрочнение приводит к увеличению стойкости режущего инструмента в 2-2,5 раза [7,8].

Однако существенный недостаток, который ограничивает применение лазеров – неравномерность распределения энергии по полю пятна, приводящая к неравномерной закалке. Неоднородность светового пятна – объективный фактор лазерных установок, причинами которого являются: многомодовость излучения, неравномерность накачки, явления самофокусировки, наличие дефектов в активном элементе, тепловые явления и другие. Существующие установки не обеспечивают достаточную воспроизводимость результатов обработки из-за неравномерности облучения участков поверхности.

Таким образом, лазерное упрочнение целесообразно применять там, где необходимо использование специфических свойств лазерной обработки: локальное термическое воздействие, возможность подвода источника тепла к недоступным местам.

Химико-термическая обработка. Химико-термическая обработка (ХТО) (азотирование, цементация, и др.) является одним из наиболее распространенных видов термической обработки готовых инструментов из быстрорежущей стали. В основе этого метода обработки лежит диффузионное насыщение поверхностного слоя. Диффундируемыми элементами при ХТО могут быть соединения азота, углерода, бора, хрома, а также сложные соединения ванадия, титана, циркония, вольфрама, ниобия, серы, алюминия, кремния. К химико-термической обработке относится обработка инструмента из быстрорежущей стали в атмосфере перегретого пара.

Существенными недостатками и ограничениями метода ХТО являются: большая длительность процесса; наличие на поверхности хрупкого слоя ε -фазы; возможные коробление и деформация инструмента, изменение геометрических размеров до 10-15 мкм на сторону, что требует дополнительной чистовой доводки или шлифовки. Кроме того, не рекомендуется подвергать обработке мелкогабаритный инструмент.

Методы плазменного термоупрочнения. Для увеличения стойкости режущего инструмента в последние годы разработан и предлагается метод плазменного поверхностного термоупрочнения, сущность которого состоит в кратковременном поверхностном нагреве режущей кромки до температур, значительно превышающих точку аустенизации, с последующей закалкой. Плазменную термообработку проводят при атмосферном давлении с помощью электродугового плазмотрона, как в работах [7,8], или в потоке индукционной плазмы, как в работах [9,10]. При этом отмечается, что в зоне термического влияния плазменной обработки наблюдается изменение микротвердости, характерное для целого ряда способов термоупрочнения поверхности изделий – лазерная обработка, закалка ТВЧ. На поверхности находится слой повышенной твердости, испытавший закалку от поверхностного источника тепла, затем расположен переходный слой, за ним следует зона металла, твердость которого определяется режимом объемной термообработки стали, проведенной перед поверхностным упрочнением [9].

Такой способ плазменной обработки изделий, обладая рядом достоинств, имеет определенные недостатки. Основные из них: зона обработки накладывает ограничения на размеры обрабатываемых изделий; обрабатываться могут только открытые горизонтальные поверхности.

Эффектом плазменного термоупрочнения обладает также способ обработки металлических деталей и инструмента импульсной плазмой [7,8]. В основе разработанной технологии лежит принцип упрочнения изделий из металла за счет преобразования энергии возбуждаемых микроплазменных разрядов в тепло, в результате чего формируется оплавленный поверхностный слой исходного материала и происходит значительное уменьшение концентрации дефектов в обработанном слое. При этом интенсивность изнашивания снижается до 4 раз. Данный способ обработки реализован в нескольких вариантах различных устройств.

Ионно-плазменное диффузионное внедрение (ионное азотирование).

Ионное азотирование проводят в плазме несамостоятельного тлеющего разряда. Температура процесса в зависимости от состава азотируемого металла составляет 350-650° С, разрежение 133-1300 Па. Ионное азотирование может проводиться в аммиаке, смеси аммиака, азота, водорода; смеси азота и водорода; в чистом азоте [7,8].

Активный азот при ионном азотировании образуется в результате формирования в камере обработки тлеющего разряда. Газы, заполняющие рабочее пространство печи, под воздействием тлеющего разряда ионизируются. Энергия ионов, образующихся в тлеющем разряде, значительно превосходит энергию диссоциированного атома азота при обычном, печном азотировании. Изделия нагреваются в результате бомбардировки поверхности положительно заряженными азотосодержащими ионами. Образование диффузионного слоя в отличие от процесса газового азотирования начинается с возникновения на поверхности слоя нитридов [8,9]. Кроме того, ионное азотирование эффективно только в случае получения азотированного слоя небольшой толщины – не более 0,3 мм. При упрочнении поверхности на большую толщину длительность обработки при ионном азотировании сравнивается с газовым, и преимущества ионного азотирования теряются.

Ионно-лучевая упрочняющая обработка режущего инструмента. К основным методам ионно-лучевой обработки (ИЛО) относятся методы ионно-плазменного напыления, ионная имплантация, в том числе атомами отдачи, и комбинированные методы формирования плазменных покрытий.

В основе ионно-плазменного напыления лежит осаждение покрытий в вакууме способом катодно-ионной бомбардировки (КИБ). Метод применяется для упрочнения деталей машин, технологической оснастки и инструмента из быстрорежущей стали и твердых сплавов путем осаждения на них тонкопленочных износостойких покрытий.

Сущность способа состоит в распылении тугоплавкого материала катода, образовании ионов в низкотемпературной плазме и бомбардировке ими упрочняемой поверхности.

Способ КИБ позволяет создавать металлические и износостойкие покрытия, состоящие из химических соединений – карбидов, нитридов окислов, карбонитридов тугоплавких металлов Ti, Mo, Cr, W, V и др. Метод дает возможность формировать слоистый конденсат, состоящий из чередующихся твердых слоев. Микротвердость полученного слоя составляет 26-38 ГПа. Суть метода ионной имплантации заключается в обработке изделий ионами с энергией, достаточной для внедрения в поверхностные слои материала.

ла. Пороговая энергия внедрения ионов составляет 20 эВ. Глубина проникновения не превышает нескольких межатомных расстояний.

Разновидностью ионной имплантации является метод имплантации атомами отдачи и ионное перемешивание. Эффективное легирование и перемешивание достигаются при более низких энергиях, чем в методе прямой имплантации. Существенный недостаток имплантации атомами отдачи — распыление поверхности пленки при бомбардировке.

Из изложенного можно сделать вывод о том, что энергия частиц, взаимодействующих с поверхностью металла, оказывает существенное влияние на его структуру, изменяя химические, физические и механические свойства. Но образование высокоэнергетичных частиц возможно не только в установках для ионно-лучевой обработки, но и в установках с применением источников микроволновой плазмы.

Однако традиционно плазменные технологии предполагают создание некоторого плазменного объема, который затем трансформируется и доставляется до обрабатываемой поверхности. В таких системах зона плазмообразования и обрабатываемый объект значительно разнесены в пространстве, как, например, в установках ионного легирования. При этом большая часть потребляемой энергии затрачивается на создание плазмы, поддержание условий ее генерации и доставки активных частиц плазмы с заданной энергией до объекта обработки с последующим сканированием их по поверхности. Такая технология при своей эффективности является достаточно энергоемкой. При этом на протекание самого процесса модификации поверхности затрачивается всего лишь несколько процентов от общего энерговклада. Таких недостатков лишен комбинированный разряд пониженного давления [8].

Особенностью данного процесса является то, что плазменный объем формируется непосредственно у обрабатываемой поверхности, локализуясь на режущих кромках инструмента, в том числе и мелкогабаритного. При этом износостойкость режущего инструмента повышается в 3-4 раза [9].

Таким образом, анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Из всех рассмотренных методов обработки наибольшая износостойкость режущего инструмента достигается в результате модификации поверхности режущих кромок инструмента, приводящей к повышению микротвердости поверхности и измельчению структуры в приповерхностных слоях. Однако эти методы имеют длительные циклы обработки (от 2 до 22 часов) и высокое энергопотребление (от 20 до 210 кВт) за исключением метода упрочнения в плазме комбинированного разряда пониженного давления.

2. Наиболее эффективными из модифицирующих методов являются плазменные методы упрочнения режущего инструмента. Существенную роль в ускорении процессов упрочнения играют энергия внедряемых частиц и явления электро-массопереноса. Однако при помощи плазменных методов не удастся упрочнять сложнопрофильный мелкогабаритный инструмент, т.к. они имеют ограничения по форме профиля обрабатываемой поверхности (только плоские и/или цилиндрические поверхности без выступающих элементов).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гаврикова, И.С. Влияние температуры на формирование ионно-плазменных покрытий // Физика и химия обработки материалов. – 1989. – № 1. – С. 140-141.
- [2] Табаков, В.П. Повышение работоспособности инструмента из быстрорежущей стали // Физикохимия процессов резания металлов: межвуз. сб. науч. ст. Чуваш. ун-т. – Чебоксары, 1986. – С. 51-55.
- [3] Табаков, В.П. Повышение стойкости режущего инструмента путем изменения адгезионно-прочностных свойств износостойкого покрытия // Станки и инструмент. – 1990. – № 3. – С. 22-23
- [4] Салькова, С.С. Опыт применения ионного азотирования в машиностроении. – Л.: Дом науч.-техн. пропаганды, 1987. – 20 с.
- [5] Лабунец, В.Ф. Износостойкие боридные покрытия. – Киев: Техника, 1989. – 158 с.
- [6] Рогов, В.И. Технологические возможности установки ЭДГУ-1 для электроискрового легирования // Повышение стойкости режущего инструмента: сб. науч. тр. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1983. – С. 36-39.
- [7] Платонов, Г.Л. Влияние содержания углерода в твердых сплавах на скорость роста покрытий из карбида титана и стойкости инструмента с этими покрытиями // Порошковая металлургия. – 1989. – №12. – С. 29-34.
- [8] Бржозовский, Б.М. В.В. Мартынов, Е.П. Зинина, П.Ю. Бочкарев, Г.С. Гумаров, С.И. Мендалиева. Технология и оборудование получения металлообрабатывающего инструмента с наноструктурированной режущей кромкой - Астана – Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. -2016. - 171с
- [9] Способ ионного азотирования стальных деталей. Пат. США № 5240514, кл. С 23 С 8/38, 1991. / Y. Kiyoyi, H. Katunori, M. Yoshihisa // опублик. 31.08.93.

[10] Райчук Д.Ю. Поверхностное упрочнение стали методом плазменной закалки с нанесением покрытия карбида кремния // Повышение качества, надежности и долговечности изделий из конструкционных, жаропрочных, порошковых и инструментальных сталей и сплавов : сб. ст. – Л.: Дом науч.-техн. пропаганды, 2006. – С. 73-77.

Бочкарев П. Ю., Гумаров Г.С., Мендалиева С.И.

Қазіргі замандағы кесетін құралдарды беріктендіру әдістері

Аңдатпа. Мақалада тозуға төзімділігін арттыру мақсатында кескіш құралдың беріктендіру заманауи әдістері қарастырылған. Электрлік қоспалау, лазерлік беріктендіру, химия-термиялық өңдеу, плазмалық термо-беріктендіру әдістерінің сипаттамалары келтірілген. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Жүргізілген талдаудың нәтижесінде неғұрлым өзгерту әдісі анықталған – бұл плазмалық беріктендіру әдістері. Атап айтқанда, төмендетілген қысым жағдайында аралас разряд плазмада беріктендіру.

Түйін сөздер: әдіс, технология беріктендіру, кескіш құрал-саймандар, материалдар, термиялық әдістері, лазерлік беріктендіру, иондық-плазмалы беріктендіру

Bochkarev P.U., Gumarov G.S., Mendalieva S.I.

Modern methods of hardening the cutting tool

Summary. The article considers the modern methods of hardening of cutting tools to enhance wear resistance. The basic characteristics of spark alloying, laser hardening, chemical-heat treatment methods, plasma strengthening. Discusses their advantages and disadvantages. The result of the analysis revealed most of the modifying is plasma methods of hardening. In particular, the hardening in the plasma of the combined discharge of low pressure.

Key word: method, technologies of hardening, cutting tools, material, thermal methods, laser hardening, ion-plasma hardening.

УДК 628.92./97

Н.Н. Шарипова, Т. И. Глущенко

(Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Костанай, Республика Казахстан,

nurzhamal_1985@mail.ru)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний обзор развития интеллектуальных систем освещения автомобилей. Исследованы факторы снижающие освещенность дороги, такие как: геометрия дороги, дорожные условия (интенсивный свет, влажность, туман) или блики от других источников света (транспортные средства, дорожные и структурные отраженные огни, огни вдоль дороги). Рассмотрены интеллектуальные системы освещения, используемые в автомобилях компаний BMW, Mercedes-Benz, Audi, Opel, Volkswagen, и др.

Представлены системы AFS (Система Адаптивного Освещения), АНС (Адаптивная регулировка фар), Matrix-LED (Светодиодные Матрикс система), выявлены превосходства и недостатки. Изучена тенденция развития фар автомобиля, начиная с использования ламп накаливания и заканчивая светодиодами.

Статья направлена на поиск оптимальной системы, позволяющей достигнуть максимальную площадь освещения улицы без ослепления других участников дорожного движения; а также обеспечивающей безопасность вождения.

Ключевые слова: система освещения, условия вождения, освещенность, водитель, ослепление, ближний свет.

Фара автомобиля совершенствовалась от лампы накаливания до галогеновой лампы НID (лампа высокой интенсивности разряда) в течение 20-го века. В настоящее время галогеновая лампа и светодиодная лампа широко используются во всех видах транспортных средств. Потому как светодиодная лампа обладает высокой экономичностью энергии, более гибкая в использовании, обладает высокими эксплуатационными характеристиками. Установка таких ламп становится тенденцией.

В то же время интеллектуальная система освещения была изменена от статического освещения до AFS (Система Адаптивного Освещения) и различных видов интеллектуальных систем управления освещением [1].

AFS регулирует движение традиционных передних ламп, как по горизонтали, так и по вертикали. Освещенные участки спереди могут быть изменены автоматически в соответствии с условиями передвижения транспортного средства. Лампы адаптируют горизонтальную зону освещения к левой/правой передней области дорог, поворачивая влево/вправо и пересматривая уровень вертикального освещения во время движения автомобиля.

Первоначальная система AFS учитывала различные виды условий вождения, таких как скорость транспортного средства, угол рулевого колеса, нагрузки на переднюю/заднюю ось, интенсивность окружающего света, видимость и дорогу (сухой, влажный, туман) и т. д. Из-за ограничений этих датчиков этот вид AFS имеет некоторые недостатки [1].

Как видно на рисунке 1, в начале кривой луч светит прямо вперед, а не сгибается вдоль кривой [2]. За этот короткий период область поворота недостаточно освещена и водитель не может сконцентрироваться на повороте, что опасно и может вызвать опасность для водителя.

На рисунке 2 показано - в конце кривой, рулевое колесо еще не вернулось в среднее положение, луч все еще отклоняется влево, а дорога впереди уже прямая или простирается вправо [2]. В этом случае также присутствует отставание освещения.



Рис. 1. Начало поворота

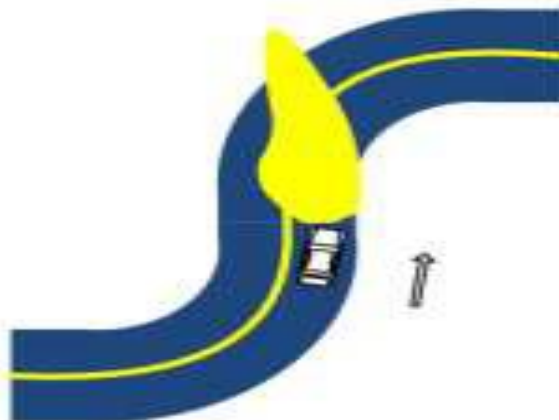


Рис. 2. Конец поворота

Традиционная AFS фокусируется на регулировке ближнего луча, и меньше учитывает блики дальнего света к другим участникам дорожного движения.

Чтобы преодолеть недостатки отставания от поворота, AFS объединяет GPS (Спутниковая система навигации) для формирования прогноза AFS, который может прогнозировать различные условия при вождении [3]. Таким образом, система может реализовать различные виды распределения освещения и обеспечивать лучшее освещение для водителя.

Кроме того, к системе видения можно применять большее количество датчиков для повышения эффективности обнаружения полосы движения. Например, с помощью информации GPS, как показано на рисунке 3, информация о дороге должна быть подтверждена, для уточнения метки полосы движения. Данные могут быть использованы для обеспечения распознавания основной полосы движе-

ния. В ближайшем будущем транспортное средство может получить информацию о передней полосе, об инфраструктуре или встречного транспортного средства. Транспортные средства на небольшом участке могли рассчитывать и делиться информацией с другими. Таким образом, производительность в реальном времени будет улучшена.

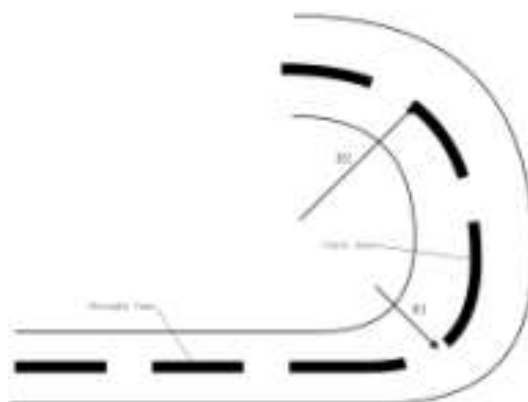


Рис. 3. Прогнозирование полосы движения на основе данных GPS

АНС (Адаптивная регулировка фар) - это система, которая может обнаруживать впереди идущие транспортные средства и автоматически переключаться между дальним светом и ближним светом в соответствии с информацией о переднем транспортном средстве. Если впереди есть автомобиль, включается ближний свет. И если нет транспортного средства спереди, включается дальний свет. Таким образом, можно избежать усталости водителя, также возможно было бы увеличить использование дальнего света на переполненных дорогах и повысить безопасность водителя [3].

Однако, как показано на рисунке 4, когда дальний свет отключен, имеется темная область между линией отсечки огней автомобиля и передним транспортным средством. Помехи в данной зоне неэффективно освещены.



Рис. 4. Темная область между высокоточными лучами

Кроме того, существуют некоторые другие виды прогнозирующих AFS, которые используют датчики зрения или инфракрасные датчики для обнаружения препятствий и пешеходов на перекрестках и углах. Но из-за низкой точности GPS в зонах интенсивного строительства и в комплексе с пешеходами, транспортом такие виды AFS широко не использовались.

В настоящее время многие производители автомобилей и производители автозапчастей используют традиционные виды AFS в автомобилях среднего и высокого класса. И прогноз AFS - горячая

тема исследования для них. Среди ведущих компаний таких как BMW, Mercedes-Benz, Audi, Opel, Volkswagen, Hella, Bosch, Valeo, Denso, Koito и Viston.

Между тем, BMW, Mercedes-Benz, Audi, Opel и Volkswagen разрабатывают Matrix-LED лампы [4], которые можно увидеть на последних мировых авто выставках. Комбинация AFS и Matrix-LED - это тенденция развития интеллектуальной системы освещения в будущем.

Используя лампы Matrix-LED, лучи могут быть сгенерированы как в один основной луч, так и разделены на отдельные лучи. Когда камера за ветрозащитной панелью обнаруживает другие транспортные средства спереди, соответствующие светодиоды могут быть статически отключены либо повернуты на несколько градусов, чтобы избежать ослепления водителей встречных автомобилей. Таким образом, основной луч может быть намного более энергоэффективным.

Audi установила функцию непрерывного освещения в модели Audi A8 2010. Эта авто модель использует новую камеру для определения яркости впереди, распознает расстояние между автомобилями, таким образом она непрерывно регулирует зону освещения между лучом ближнего света и дальним светом, согласно этому расстоянию. Таким образом, область освещения может быть как можно большей, без ослепления водителей. Если впереди нет транспортного средства, область освещения может быть увеличена до режима дальнего света. И если другие автомобили находятся рядом с автомобилем, площадь будет в режиме ближнего света [5,6].

В последней модели 2014 года, как показано на рисунке 4, появилась новая Matrix-LED фара. Горизонтальные освещенные области могут быть разделены, включение/выключение или затемнение различных светодиодных ламп формируют различные световые формы, как показано на рисунке 5. Они также могут быть связаны с GPS для выполнения различных видов режимов освещения, в соответствии с дорожными условиями [7].



Рис. 5. Светодиодная Matrix-LED фара от Audi



Рис. 6. Освещение светодиодной Matrix-LED фарой от Audi

Окружающая яркость обнаруживается камерой за ветрозащитным экраном. Яркость, форма и площадь переднего света могут автоматически регулироваться соответствующим образом: если автомобиль входит в туннель, передний свет будет включен, когда автомобиль приближается, лампы, облученные на переднем автомобиле, будут затемнены и опущены, а остальные лампы будут сохранены на том же уровне яркости.

Помимо традиционного AFS, Mercedes-Benz 2014 E-Class Cabriolet добавляет адаптивный дальний луч, в помощь системе. Как показано на рисунке 7, он может автоматически понижать высоту освещения и разумно компенсировать область освещения ближнего света в соответствии с условиями движения, что может сделать вождение более комфортным и безопасным [8].



Рис. 7. Светодиодная LED фара от Benz

В отличие от предложений Audi и Opel, BMW и Volkswagen приняли горизонтальный вращающийся метод в своих моделях для генерации различных световых форм, чтобы избежать ослепление других водителей. Светодиодный индикатор BMW можно увидеть на рисунке 8. И его принцип, описанный на рисунке 9. Вращая левую переднюю фару влево, он может избежать ослепления встречных транспортных средств. Кроме того, он может избежать ослепления водителей рядом с автомобилем, переключившись на режим ближнего света.



Рис. 8. Светодиодная передняя фара от BMW



Рис. 9. Принцип работы светодиодных фар Matrix-LED

Система интеллектуального переднего освещения автомобиля - одна из передовых систем помощи водителю. Как и было описано выше интеллектуальная система переднего света в настоящее время является центром исследований в этой области.

ADAS (Передовая система ассистирования), которая воспринимается как помощь для водителя во время вождения, была и остается актуальной для многих автопроизводителей, университетов, исследований институтов и компаний. Многие виды систем ADAS, таких как ACC (автономный круиз контроль), CACC (общий адаптивный круиз контроль), LDW (предупреждение о выезде из полосы), FCW (Предупреждение о столкновении вперед), BSS (информационная система слепых пятен), AFS (адаптивная фронтальная подсветка), PCW (предупреждение о столкновении с пешеходом), V2X (транспортное средство до X), пуск/остановка на сегодняшний день вводятся в автомобилях. С помощью этих новых систем, условия вождения будут значительно улучшены. Многие из них уже приняты на транспортных средствах, а некоторые испытываются в реальных дорожных условиях. Есть еще много ключевых технологий, которые нуждаются в улучшении.

Таким образом, изучив разработку интеллектуальной системы освещения автомобиля, рассмотрев технологий и алгоритмы обнаружения движения автомобиля, приходим к выводу, что система Matrix-LED более гибкая и эффективная система освещения. Однако такая система по-прежнему является сложной задачей для осуществления для многих производителей автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фишер-Вольфарт Я., Мейер Г. Продвинутое микросистемы для автомобильной промышленности. – Берлин, Германия, 2013. 94 с.
- [2] Чумер Н., Ван Халле М. Подход к обнаружению дорожных транспортных средств, описание и отслеживание. – Греция, 2007. 269 с.
- [3] Элджер Г., Спинджер Б., Бьенен Н., Бентер Н. Светодиодный матричный источник света для адаптивных приложений дальнего света // Конференция по электронным компонентам и технологиям 2013 года / Германия, 2013. – С. 535-540.
- [4] Sungmin Eum и Ho Gi Jung . Улучшение обнаружения светлого пятна для интеллектуальных фар, контроль с использованием обнаружения полосы движения. – Китай, 2013. С.1003-1011.
- [5] Лопез С., Хилгенсток А., Бьюзе Ж., Балдрих Р. Обнаружение автомобиля интеллектуальной системой управления фарой. – Берлин, 2008. 125 с.
- [6] Йия Х., Джинфенг Г. и др. Метод обнаружения полосы движения для системы предупреждения о выезде из полосы. – Китай, 2010. 131 с.
- [7] Боркар А., Хейс М., Смит М. . и др. Многоуровневый подход к надежному обнаружению полосы движения в ночи. – Берлин, 2009 г. 145 с.
- [8] Сивараман С. , Триведи М. Общая структура активного обучения для распознавания и отслеживания дорожных транспортных средств. – Израиль, 2010. 276 с.

Шарипова Н.Н., Глушенко Т. И.

Интеллектаулды авто көлік жарықтандыру жүйелер.

Түйіндеме. Бұл мақалада авто көлік жарықтандыру интеллектаулды жүйелерін дамытудың жан-жақты шолуы берілген. Жолдың геометриясы, жол шарттары (үдемелі жарық, дымқылдық, тұман) немесе басқа жарық көздерінің (авто көлік құралдары, жол және басқа объектілерден шағылысқан жарық, жол бойы жарығының) шағылысуы сияқты жолдың жарықтандыруын төмендететін факторлары зерттелген. BMW, Mercedes-Benz, Audi, Opel, Volkswagen және т.б. авто көліктерде пайдаланылатын жарықтандыру интеллектаулды жүйелері көрсетілген.

AFS (Бейімделген жарықтандыру жүйесі), АНС (Бейімделген жеңілдердің реттеу), Matrix-LED (Диодтық жарықтандыру матрикс жүйесі) зерттелген, кемшіліктер мен артықтықтар анықталған. Бұранғы авто шамдардан бастап, бүгін пайдаланатын диод жарықтарға келіп авто көліктің жеңілдердің даму үрдісі қаралған.

Мақала барынша дала жарықтандыру, басқа жол пайдаланушыларға көздерге кедергі жасамай, сондай ақ қауіпсіз жүргізу оңтайлы жарықтандыру жүйесі табу үшін арналған.

Түйінді сөздер: жарықтандыру жүйесі, жағдай қозғаушы жағдайы, жарықтандыру, жүргізуші, соқырлық, төмен сәулелік.

Sharipova N.N., Glushchenko T. I.

Intelligent lighting system of vehicle

Summary. This article provides a comprehensive overview of the development of intelligent vehicle lighting systems. Factors that reduce the illumination of roads, such as road geometry, road conditions (intense light, humidity, fog) or glare from other light sources (vehicles, road and structural reflected lights, lights along the road) have been investigated. Considered intelligent lighting systems used in cars of BMW, Mercedes-Benz, Audi, Opel, Volkswagen, and others.

Presented systems AFS (Adaptive Lighting System), АНС (Adaptive headlamp adjustment), Matrix-LED (LED Matrix System). The development trends of automobile headlights have been studied, beginning with the use of incandescent lamps and ending with LEDs.

The article is aimed at finding the optimal system that provides the maximum area of street lighting without dazzling other road users; As well as the safety of driving.

Key words: lighting system, driving conditions, illumination, driver, dazzle, near lighting.

УДК: 004.056.5:004.8

Б. Б. Ахметов¹, И.А. Терейковский², Ж.М. Алибиева³

(¹Международный Казахско-Турецкий университет имени Яссави, Туркестан,

²Национальный авиационный университет, Киев,

³Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ФОНЕМ В СИСТЕМАХ ГОЛОСОВОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Аннотация: Как и лицо, голос является «натуральным биометрическим продуктом» - одним из применяемых людьми для идентификации друг друга при определенных обстоятельствах. Несмотря на проводимые многолетними исследованиями история показывает, что значительные достижения в области голосовых технологии, в полном объеме остаётся нерешенной. Особенности современного развития голосовых технологий во многом проявляются процессом переосмысления многолетнего опыта и наработок на современной технологической базе. Надежность распознавания отдельных фонемоподобных элементов низкая, однако, их относительная малочисленность (по сравнению со словами или слогами) делает их привлекательными для использования, особенно для организации процедуры настройки на нового диктора, изменяющей параметры эталонов системы.

Ключевые слова: нейросетевые модели, распознавание фонем, голос, биометрическая аутентификация, мел-кепстральный коэффициент, входные параметры.

Введение

В настоящее время широкое внедрение голосовой биометрической аутентификации пользователей является одним из наиболее перспективных путей повышения эффективности систем управления прав доступа [1, 3, 4]. Хотя средства голосовой аутентификации применяются уже более двадца-

ти лет и их созданию посвящено достаточно много научно-практических работ, однако наличие определенных недостатков, повышение требований, недоступность описания промышленных образцов типа «ноу-хау», сложность теоретического базиса, а также появление новых теоретических решений обуславливают необходимость проведения дальнейших научных изысканий.

Материалы и методы

Важным направлением таких изысканий является разработка нейросетевых систем голосовой аутентификации [7]. В основе таких систем заложена теория искусственных нейронных сетей, которые в основном применяются на заключительных этапах распознавания голосового сигнала с целью решения задачи распознавания диктора. Отметим, что в большинстве известных нейросетевых средств распознавания голосового сигнала используются нейросетевые модели на основе многослойного персептрона. Ограниченность использования нейросетевых моделей такого типа обуславливается тем, что для обучения необходимо использовать учебные примеры, у которых количество входных параметров статично. В то же время длительность отдельных слов, которая зачастую служит базой формирования учебных примеров, может варьироваться в широких пределах. При этом голосовой сигнал, отвечающий одному и тому же отдельному слову, также может иметь разную длительность и практически не подлежит линейному масштабированию. Поэтому во многих современных системах распознавания голосовых сигналов, являющихся основой систем голосовой аутентификации, нейронные сети используются опосредственно. Например, нейронные сети могут использоваться для построения скрытых марковских моделей, с помощью которых собственно и реализуется распознавание. С точки зрения обеспечения эффективности средств защиты информации, недостатком таких гибридных моделей является сложность и ресурсоемкость [5].

По аналогии с голосовыми средствами дистанционного образования [6], в системах голосовой биометрической аутентификации возможным путем преодоления указанного ограничения является использование фонемного подхода к распознаванию голосового сигнала. Этот подход подразумевает выделение из голосового сигнала отдельных фонемоподобных элементов, их нейросетевое распознавание, а затем последующее использование распознанных фонем для решения более интегральных задач (распознавания правильности парольных слов, распознавания диктора). Возможность эффективного нейросетевого распознавания отдельных фонем объясняется:

- доказанной возможностью достаточно точного и не ресурсоемкого выделения в голосовом сигнале фонемоподобных элементов – участков, голосового сигнала, каждый из которых отвечает некоторой отдельной фонеме [2],
- доказанной возможностью линейного масштабирования фонем, что обуславливает возможность формирования для каждой отдельной фонемы учебных примеров с одинаковым количеством входных параметров [6].

Также следует указать, что методология эффективного выделения фонемоподобных элементов предложена относительно недавно и поэтому еще не нашла широкого распространения.

Указанные предпосылки позволяют перейти к разработке процедуры определения перечня входных параметров нейросетевой модели, предназначенной для распознавания фонем в системах голосовой биометрической аутентификации. Отметим, что первоначальными данными для входных параметров является фонемоподобный элемент. Также отметим, что в доступной литературе описания такой процедуры не найдено.

В общем случае продолжительность звучания фонемоподобного элемента может изменяться в пределах от максимальной длительности фонемы до длительности квазистационарного фрагмента такого сигнала. Используя данные [2, 6], можно предположить, что максимальная длительность фонемы $t_{\phi}^{\max} = 60$ мс. При этом, учитывая результаты [2, 6], а также ориентируясь на удобство использования быстрого преобразования Фурье, примем, что $t_{\phi}^{\min}$ – минимальная длительность квазистационарного фрагмента голосового сигнала $t_{cm} = 12$ мс. В соответствии с [2] анализ голосового сигнала реализуется частями на квазистационарных фрагментах, которые имеют половинное перекрытие (рис. 1).

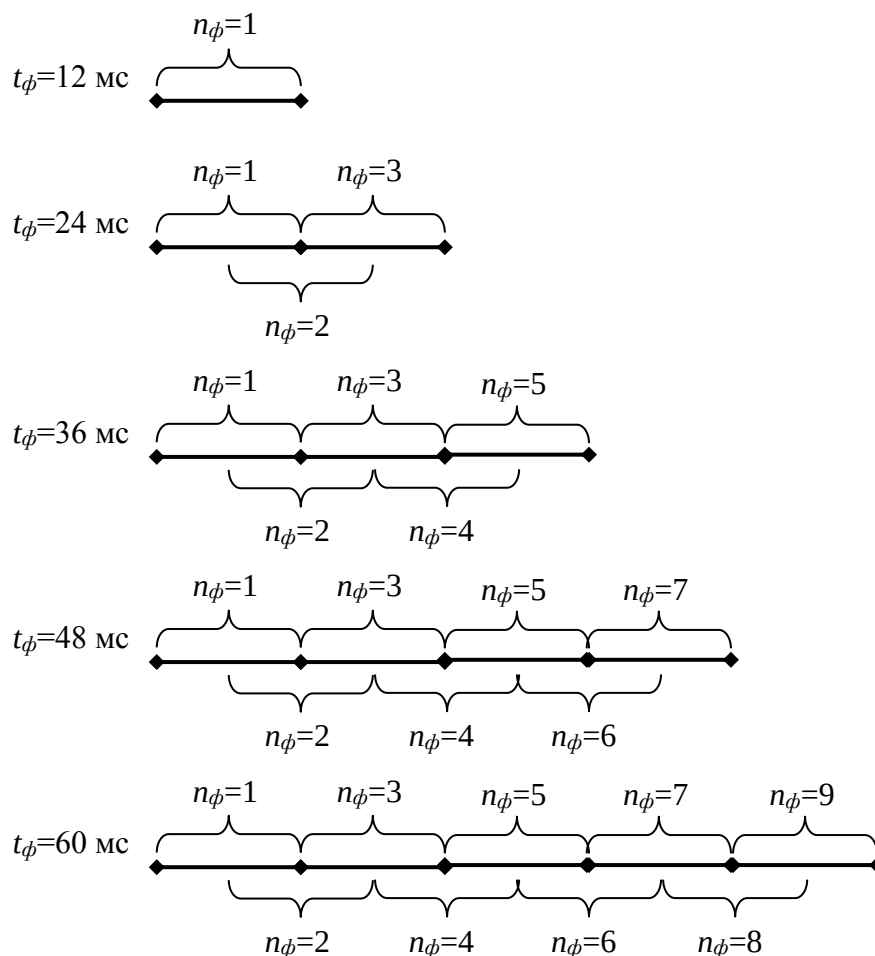


Рис. 1. Количество интервалов анализа при распознавании фонем разной длительности

Таким образом, в системе голосовой аутентификации возможная длительность любой фонемы находится в пределах:

$$t_{\phi} = [t_{\phi}^{\min} .. t_{\phi}^{\max}, t_{cm}] = [12..60, 12], \quad (1)$$

где $t_{\phi}^{\min}$, $t_{\phi}^{\max}$ – минимальная и максимальная длительность фонемы.

При этом в зависимости от длительности фонемы возможное количество подлежащих анализу квазистационарных фрагментов равно:

$$n_{\phi} = 2 \frac{t_{\phi}}{t_{cm}} - 1. \quad (2)$$

Принято во внимание, что современная методология распознавания голосовых сигналов предполагает их представление с использованием мел-кепстральных коэффициентов. Каждому квазистационарному фрагменту отвечает от 6 до 24 мел-кепстральных коэффициента. Учитывая (2.60), количество таких коэффициентов, которые отвечают входам нейросетевой модели, предназначенной для распознавания отдельной фонемы, можно определить так:

$$N_x = N_{mel} = (12..48) \frac{t_{\phi}}{t_{cm}} - (6..24), \quad (3)$$

где N_{mel} – количество мел-кепстральных коэффициентов, N_x – количество входов нейросетевой модели.

Подстановка (1) в (3) показывает, что количество входных параметров нейросетевой модели находится в интервале:

$$N_x \in [54...216, 6]. \quad (4)$$

Для расчета масштабного коэффициента использованы результаты [2, 6], в которых определена общая модель длительности отдельной фонемы:

$$T_j = [T_j^{(0)} - k_n(N - j)] \times \left[1 - (1 - k_T) \frac{N - j + 1}{N} \right] \times \frac{T}{N}, \quad (5)$$

где k_n – коэффициент сжатия, использование которого требуется для экономии оперативной памяти, k_T – коэффициент темпа речи, N – количество фонем в голосовом сигнале, T – длительность сигнала, $T_j^{(0)}$ – собственная длительность j -ой фонемы в ударной позиции, j – номер фонемы в сигнале.

В выражении (5) единицей измерения длительности является количество квазистационарных фрагментов голосового сигнала. Коэффициенты k_T та k_n могут быть определены в процессе предварительной обработки голосового сигнала на этапе выделения фонемоподобного элемента. После адаптации данной модели к условиям задачи голосовой аутентификации получим:

$$t_{\phi_j} = [t_{\phi_i}^e - k_n(N_\phi - j)] \times \left[1 - (1 - k_T) \frac{N_\phi - j + 1}{N_\phi} \right] \times \frac{T_{GC}}{N_\phi}, \quad i \in [1..K_\phi], \quad (6)$$

где t_{ϕ_j} – длительность j -го фонемоподобного фрагмента голосового сигнала, $t_{\phi_i}^e$ – длительность эталона i -ой фонемы, N_ϕ – количество фонемоподобных фрагментов в голосовом сигнале, T_{GC} – длительность голосового сигнала, j – номер фонемоподобного фрагмента в голосовом сигнале, K_ϕ – количество фонем, которые необходимо распознать.

В этом случае количество входных параметров нейросетевой модели будет отвечать количеству мел-кепстральных коэффициентов эталона фонемы, а выделенный фрагмент голосового сигнала необходимо подвергнуть процедуре нелинейного масштабирования. При использовании эталона i -ой фонемы масштабный коэффициент для j -го фонемоподобного фрагмента рассчитывается так:

$$k_{\phi_{ji}} = \frac{t_{\phi_i}^e}{t_{\phi_j}}, \quad i \in [1..K_\phi], \quad (7)$$

$$k_{\phi_{ji}} = [t_{\phi_i}^e - k_n(N_\phi - j)] \times \left[1 - (1 - k_T) \frac{N_\phi - j + 1}{N_\phi} \right] \times \frac{T_{GC}}{t_{\phi_j} N_\phi}, \quad i \in [1..K_\phi]. \quad (8)$$

При минимальной длительности фонемоподобного фрагмента и максимальной длительности эталона фонемы величина масштабного коэффициента равна:

$$k_{\max} = 5/1 = 5, \quad (9)$$

где $k_{\max}$ – максимальная величина масштабного коэффициента.

При минимальной длительности эталона фонемы и максимальной длительности фонемоподобного фрагмента минимальная величина масштабного коэффициента равна:

$$k_{\min} = 1/5 = 0,2, \quad (10)$$

где $k_{\min}$ – минимальная величина масштабного коэффициента.

Поскольку при распознавании фонем t_{ϕ_j} и t_{ϕ_i} могут изменяться только дискретно, то и изменение масштабного коэффициента также носит дискретный характер. Итоговый функционал диапазона изменений масштабного коэффициента:

$$\text{If } t_{\phi_i}^e > t_{\phi_j} \rightarrow k_{\phi_{ji}} \in [1..5], \quad (11)$$

$$\text{If } t_{\phi_j} > t_{\phi_i}^e \rightarrow k_{\phi_{ji}} \in [0,2..1]. \quad (12)$$

Процедуру масштабирования выделенного фонемоподобного фрагмента можно представить в виде следующего выражения:

$$\vec{y}_I \rightarrow \vec{Y}_J, \quad (13)$$

где $\vec{y}_I = \{y_0, y_1, \dots, y_I\}$ – вектор, который отвечает начальному фонемоподобному фрагменту, заданному с помощью I отсчетов, $\vec{Y}_J = \{Y_0, Y_1, \dots, Y_J\}$ – вектор, который отвечает масштабированному фонемоподобному фрагменту, заданному с помощью J отсчетов.

При этом

$$J = k \times I. \quad (14)$$

В случае $k_{\phi_{ji}} > 1$ для реализации (11) необходимо выделить в векторе $\vec{Y}_J$ вектор опорных отсчетов $\vec{q}$ и вектор промежуточных отсчетов $\vec{g}$:

$$\vec{Y}_J = \{\vec{q}, \vec{g}\}. \quad (15)$$

Для этого можно использовать следующие выражения:

$$q_i = \text{trunc}(k \times i), i \in [0, I], \quad (16)$$

$$\vec{g} = \vec{Y}_J - \vec{q}, \quad (17)$$

где q_i – i -ая опорная точка, trunc – операция округления действительного числа к ближайшему целому, k – масштабный коэффициент.

Отметим, что количество опорных отсчетов равно I , а количество промежуточных отсчетов рассчитывается так:

$$g = J - I. \quad (18)$$

В каждом из опорных отсчетов необходимо установить величины компонентов $\vec{Y}_J$ равными соответствующим компонентам $\vec{y}_I$:

$$Y_{q_i} = y_i, \quad (19)$$

где Y_{q_i} – значения $\vec{Y}_J$ в q_i -ом опорном отсчете.

По аналогии с методами линейной интерполяции дискретной функции, для расчета компонентов $\vec{Y}_J$ в произвольном g -ом промежуточном отсчете, который находится между q_i та q_{i+1} опорными отсчетами, используем выражение:

$$Y_g = Y_{q_i} + \frac{Y_{q_{i+1}} - Y_{q_i}}{q_{i+1} - q_i} \times (q_{i+1} - g), \quad (20)$$

где Y_g – значение $\vec{Y}_J$ в g -ой промежуточной точке.

В случае $k_{\phi_{ji}} < 1$, соответственно процедуре сжатия дискретного сигнала [6], компоненты $\vec{Y}_J$ можно рассчитать так:

$$Y_j = \frac{1}{k_{\phi_{ji}}} \sum_{i=A}^B y_i, j = 1, \dots, J, \quad (21)$$

$$A = 1 + (j - 1) \times k_{\phi_{ji}}, \quad (22)$$

$$B = j \times k_{\phi_{ji}}. \quad (23)$$

Использование процедуры масштабирования влечет за собой необходимость добавления к входным параметрам нейросетевой модели параметра, который соответствует масштабному коэффициенту. Поэтому, количество входных параметров будет на единицу превышать количество мелкепестральных коэффициентов, характеризующих эталон данной фонемы. Расчет конкретных значений входных параметров можно реализовать с использованием выражений (6-12, 15-23).

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований впервые разработана форматизированная процедура определения входных параметров нейросетевой модели, предназначенной для распознавания фонем в системах голосовой биометрической аутентификации. Также отметим, что проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что в системе голосовой аутентификации целесообразно использовать несколько нейросетевых моделей. При этом возможно два подхода: использовать отдельную нейросетевую модель для распознавания каждой отдельной фонемы, исполь-

зовать отдельную нейросетевую модель для распознавания множества фонем, которые имеют одинаковую длительность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахметов Б.Б., Досжанова А.А., Иванов А.И., Малыгин А.Ю. Биометрический аудит как средство усиления защиты ERP-систем. //Труды II международной научной конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития». – Алматы, 2013. – С.287-288.
- [2] Гусев М. Н. Методы и модели распознавания русской речи в информационных системах: диссертация доктора технических наук : 05.13.01 / М. Н. Гусев – СПб., 2014. – 378 с.
- [3] Иванов А.И. Быстрое обучение искусственных нейронных сетей в системах биометрической аутентификации личности : автореферат диссертации на соискание научной степени доктора технических наук: спец. 05. 13. 01 "Управление в технических системах" / А. И. Иванов – Пенза, 2000. – 36 с.
- [4] Корченко А. Нейросетевые модели, методы и средства оценки параметров безопасности Интернет-ориентированных информационных систем: монография / А. Корченко, И Терейковский, Н. Карпинский, С. Тынымбаев. К. : ТОВ «Наш Формат». 2016. – 275 с.
- [5] Терейковська Л. О. Використання схованих марківських процесів для розпізнавання голосових сигналів в системі дистанційного навчання / Л. О. Терейковська // XXI Всеукраїнська наукова конференція «Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики», Львів, 24–25 вересня 2015 р.: зб. наук. праць – С. 304 – 306.
- [6] Терейковська Л. О. Нейромережеві моделі та методи розпізнавання фонем в голосовому сигналі в системі дистанційного навчання / Л. О. Терейковська, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.. – К. : 2016.– 21 с.
- [7] Терейковский И. Нейронні мережі в засобах захисту комп'ютерної інформації / І. Терейковский. – К. : ПоліграфКонсалтинг. – 2007. – 209 с.

Ахметов Б.Б., Терейковский И.А., Алибиева Ж.М.

Дауыс биометриялық аутентификация жүйелерінде фонемаларды танып білуге арналған нейрожелілік моделдердің кіріс параметрлерін анықтау

Түйіндеме. Бет әлпеті сияқты дауыс та «табиғи биометриялық өнім» – кейбір анықталған жағдайлар кезінде бірін бірі идентификациялау үшін адамдармен қолданылатын әдістердің бірі болып табылады. Көп жылдар бойы жүргізіліп отырған зерттеулер тарихы көрсетіп отырғандай, дауыс технологиялары аймағындағы жетістіктер толық көлемде әрі шешілмеген болып есептеледі. Қазіргі заманауи дауыс технологияларының дамуының ерекшеліктері көп жағдайда көпжылдар бойы жүргізілген тәжірибелерді қайта ойлау және қазіргі заманауи технологиялар базасында қайта өңдеу процессімен танып білу арқылы айқындалады. Жеке фонемағаұқсас элементтерді танып білу сенімділігі өте төмен, бірақ, олардың санының аз болуы (сөздер немесе буындармен салыстырғанда) оларды қолдану керек екендігіне қызықтырады, әсіресе эталонды жүйенің параметрлерін өзгертетін жаңа дикторды таңдау процедураларын баптауды ұйымдастыру үшін тиімді.

Тірек сөздер: нейрожелілік моделдер, фонемаларды танып білу, дауыс, биометриялық аутентификация, мел-кепстральды коэффициент, кіріс параметрлері.

Akhmetov B.B., Tereykovsky I.A., Alibiyeva Zh.M.

Determination of input parameters of neural network model designed to recognize phonemes in the voice biometric authentication systems

Summary. Like face recognition, voice is a “natural biometric product” one that people use instinctively to identify each other under certain to circumstances. Despite the long-term studies, history shows that significant achievements in the field of voice technology, in full, remain unresolved. Features of the modern development of voice technologies it is in many respects shown by process of reconsideration of long-term experience and practices on the modern technological basis. The reliability of recognition of separate phonemes of similar elements low, however, their relative small number (on comparing with words or syllables) makes them attractive for use, especially for organizing a procedure for setting up a new speaker that changes the parameters of system standards.

Key words: neural networks models, phenome recognition, voice, biometric authentication, mel-frequency cepstrum (MFCC), input parameters.

УДК 622.244

**А.С. Колесников, А. М. Торебекова, Г. К. Шегенова, К. Т. Охапова,
Ж.Ж. Касимова, Б.Е. Жакипбаев, Е.Н. Кочеров**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, *e-mail: kas164@yandex.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПЛАСТИЧНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО БУРОВОГО РАСТВОРА НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ

Аннотация. В работе проведены эксперименты по определению оптимальных параметров коэффициента пластичности глинистого бурового раствора. С целью поиска оптимальных условий проведения исследуемых процессов нами был применен статистический метод планирования эксперимента с помощью математического моделирования. На основании полученных данных исследований в зависимости от содержания бентонитовой глины орангайского месторождения и полимера в буровом растворе получены уравнения регрессии коэффициента пластичности бурового раствора в кодированном и натуральном виде.

Ключевые слова: бентонитовые глины, коэффициент пластичности, буровой раствор, математическое моделирование, уравнения регрессии.

Республика Казахстан является одной из признанных лидеров в мировой нефтедобычи. В современных условиях всевозрастающего спроса на углеводородное сырье наблюдается рост поискового, разведочного и эксплуатационного бурения нефтяных и газовых скважин на месторождениях. Ввиду того, что геологическое строение нефтяных и газовых месторождений во всем мире представлено до 70-77% глинистыми отложениями, а 65-70% различного рода технологических осложнений, возникающих, при обустройстве скважин зависит от их неустойчивого состояния при бурении. Одним из главных технологических решений для предупреждения или, при крайней мере, замедлений процессов разрушения стенок скважин является применение глинистых буровых растворов, основа которых представлена бентонитовыми глинами [2-4,10].

Для обеспечения процессов эффективного бурения скважин на нефтяных и газовых месторождениях в настоящее время к буровым растворам предъявляют следующие современные требования:

- буровой раствор должен обладать значительной маловязкостью и значительно меньшим поверхностным натяжением на границе систем буровой раствор – горная порода;
- содержащиеся в твердой фазе бурового раствора глинистые частицы должны быть сведены к минимальному значению их концентрации;

- буровой раствор должен обладать стабильными показателями;

Достижение вышеприведенных требований во многом зависят от геолого-технических характеристик месторождения и условий процесса бурения. Таким образом, они способны осуществлять выбор из широкого спектра буровых растворов именно те, которые способны не только исключать различного рода осложнения и аварии в скважине, но и способны обеспечивать эффективность всех параметров бурения.

Все вышеотмеченные требования к современным буровым растворам необходимы с соблюдением основных технологических характеристик и свойств буровых растворов.

Для определения оптимальных параметров составов и рецептур глинистого бурового раствора получаемого на основе глины орангайского месторождения, полимера Polycol60SS и воды с целью возможности управления свойствами получаемого бурового раствора нами было проведено математическое моделирование [2-4,10].

В качестве целевой выходной переменной выбран коэффициент пластичности бурового раствора- КП, с⁻¹,

Входными параметрами (факторами) являлись:

П – Количество полимера, % от массы технической воды;

Г – Количество глины, % от массы технической воды.

План и результаты проведенных экспериментов в натуральном масштабе переменных приведены в таблице 1.

Таблица 1. План и результаты экспериментов в натуральном масштабе переменных

№ опыта	П, %	Г, %	КП _{БРэкс} , с ⁻¹
1	0,25	4	1561
2	0,75	4	350
3	0,25	10	1258
4	0,75	10	970
5	0,854	7	409
6	0,146	7	1490
7	19,91	11,243	1180
8	0,5	2,757	980
9	0,5	7	390
10	0,5	7	370
11	0,5	7	370
12	0,5	7	370
13	0,5	7	390

В таблице 2 представлены значения коэффициентов уравнений (1.1) и (1.2). Проверка значимости полученных коэффициентов согласно критерию Стьюдента показала, что все коэффициенты являются значимыми. Использование критерия Фишера подтвердило адекватность математической модели [1,6,8,9].

На основании данных таблицы 2 полученные уравнения регрессии в кодированном и натуральном виде, которые имеют следующий вид:

Кодированный вид:

$$КП_{БР} = 378,0 - 378,47061 \cdot П + 74,98034 \cdot Г + 290,75 \cdot П^2 + 356,0 \cdot Г^2 + 230,75 \cdot П \cdot Г \quad (1.1)$$

Натуральный вид:

$$КП_{БР} = 5138,042 - 8319,546 \cdot П - 682,617 \cdot Г + 4652,0 \cdot П^2 - 39,55 \cdot Г^2 + 307,666 \cdot П \cdot Г \quad (1.2)$$

Таблица 2. Коэффициенты математической модели уравнения регрессии

Натуральный масштаб		Безразмерный масштаб	
a0	5138,042	b0	378,00
a1	-8319,546	b1	-378,47061
a2	-682,617	b2	74,98034
a11	4652	b11	290,75
a22	39,555	b22	356,00
a12	307,666	b12	230,75

Результаты сравнения результатов экспериментальных и расчетных значений по полученной математической модели, приведены в таблице 3, показывающие высокую точность.

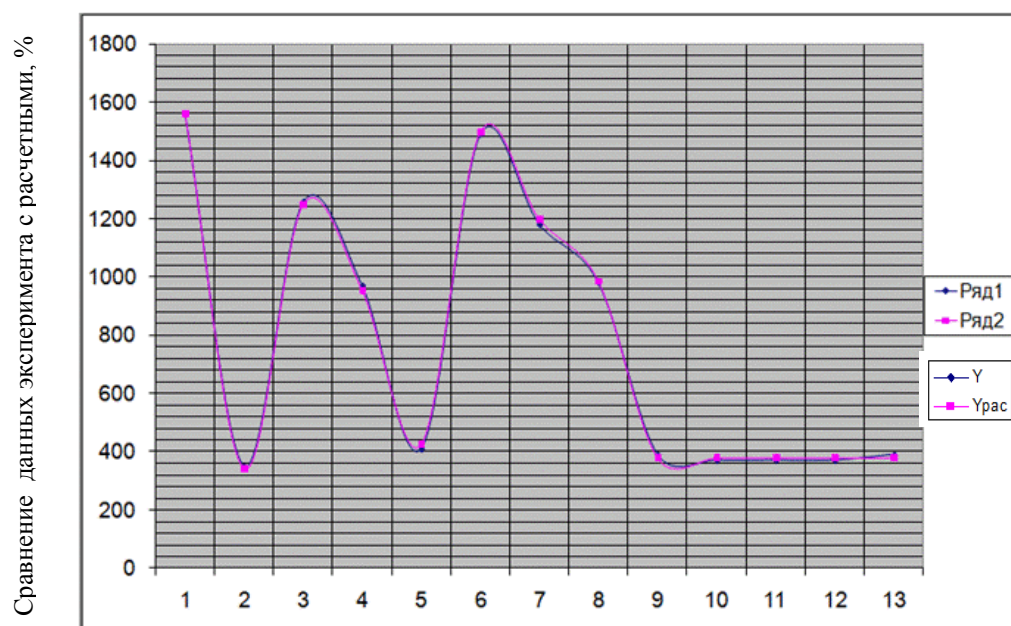
Таблица 3. Результаты расчета математической модели

№ опыта	У _{экс}	У _{расч}	У _{экс} -У _{расч}	Относительная ошибка в %
1	1561	1558,9903	2,0097	0,13
2	350	340,5491	9,4509	2,70
3	1258	1247,4509	10,5491	0,84
4	970	952,0097	17,9903	1,85
5	409	424,2617	-15,2617	-3,73
6	1490	1494,7383	-4,7383	-0,32

7	1180	1196,0382	-16,0382	-1,36
8	980	983,9618	-3,9618	-0,40
9	390	378,00	12,0	3,35
10	370	378,00	-0,3400	3,08
11	370	378,00	-8,0	-2,16
12	370	378,00	-8,0	-2,16
13	390	378,00	12,0	3,35
Суммарная относительная ошибка, %				-0,6233

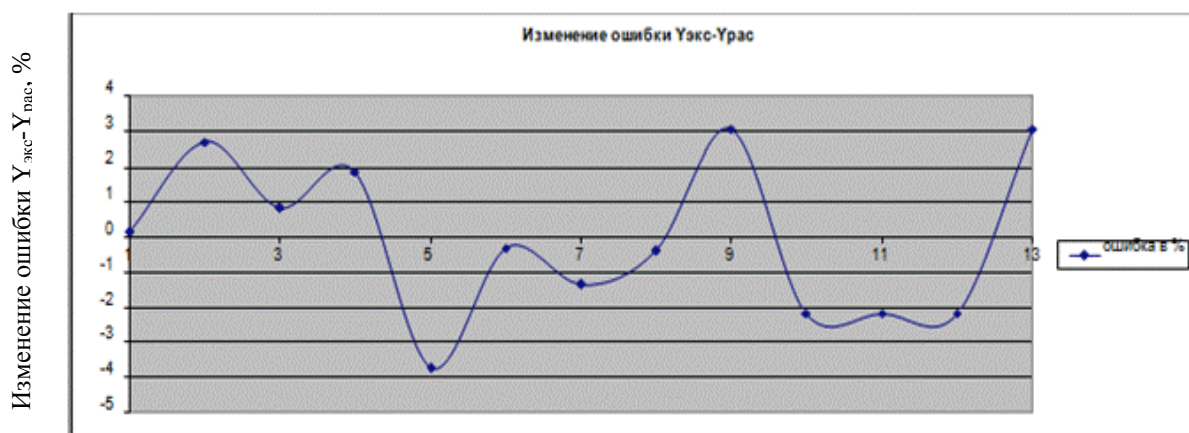
На рисунке 1 приведен график сравнения полученных экспериментальных данных с расчетными данными.

На рисунке 2 представлен график зависимости ошибок аппроксимации от номеров опытов.



Номера опытов по матрице эксперимента

Рис. 1. График сравнения полученных экспериментальных данных коэффициента пластичности с расчетными данными



Номера опытов по матрице эксперимента

Рис. 2. График зависимости ошибок аппроксимации от номеров опытов

На рисунке 3 приведена информация о влиянии количества глины и полимера) на пластическую вязкость бурового раствора.

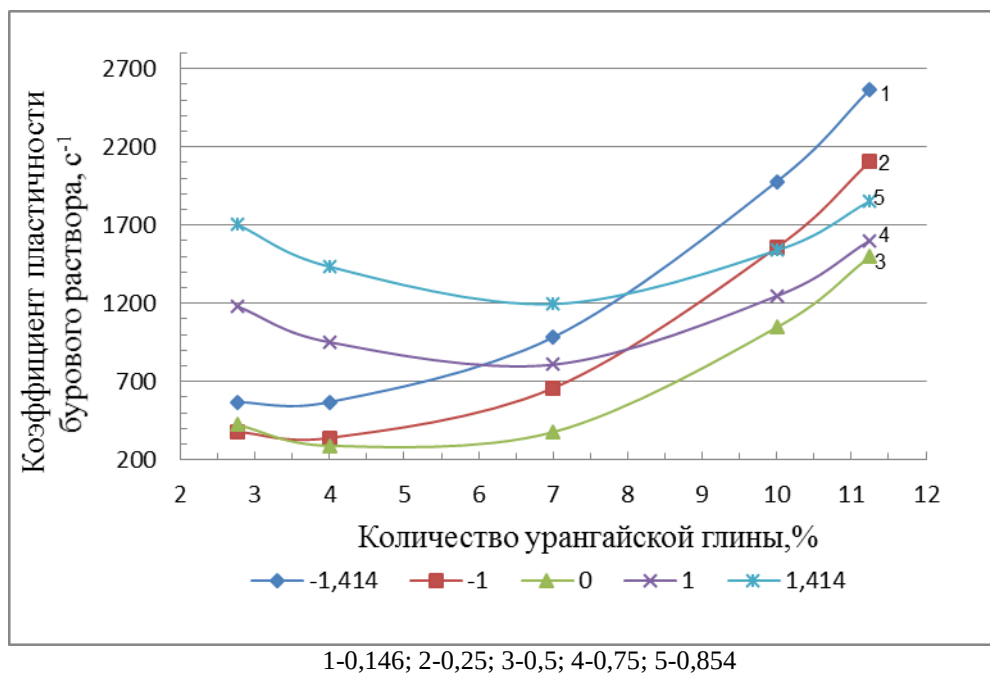


Рис. 3. Влияние количества глины и полимера на коэффициент пластичности бурового раствора

На основе полученной нами математической модели с помощью компьютера в системе Mathcad-14 [7] построен график влияния количества глины и полимера на поверхность отклика- коэффициента пластичности бурового раствора (КП_{БР}), приведенного на рисунке 4.

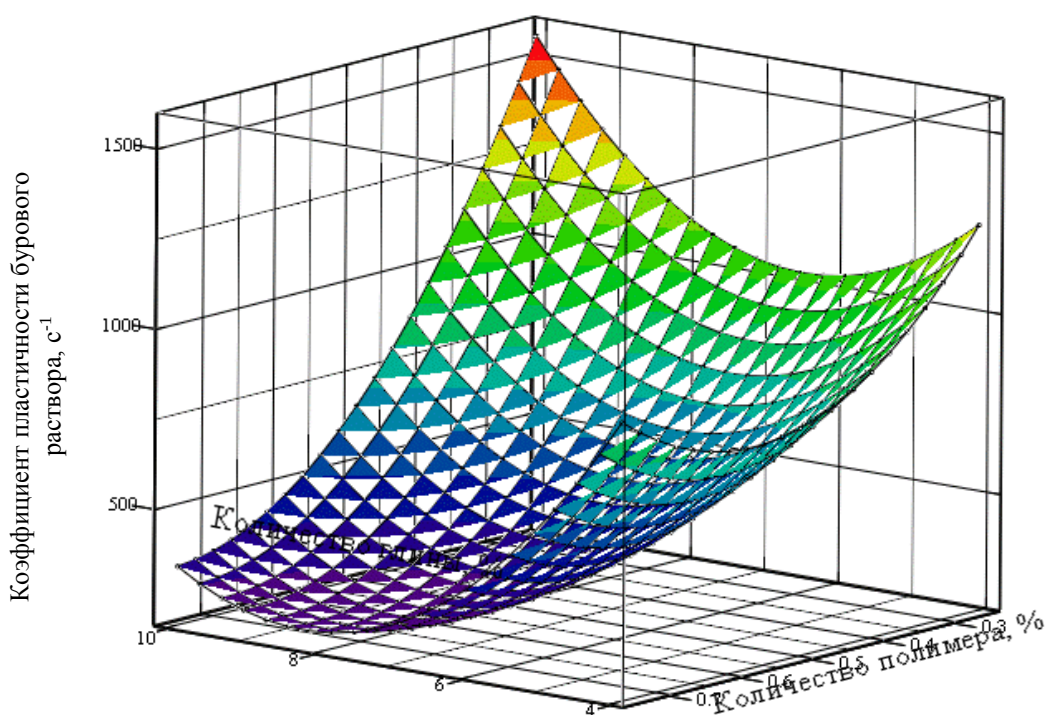


Рис. 4. Влияние количества глины и полимера на поверхность отклика- коэффициента пластичности бурового раствора (КП_{БР})

С точки зрения бурения необходимо выбрать такие составы компонентов бурового раствора, которые способствовали необходимым значениям коэффициента пластичности. В связи с этим необходимо отметить, что при разработке рецептуры бурового раствора с заданными свойствами, в частности коэффициента пластичности получаемого глинистого бурового раствора значения которого представлены от 244 до 1700с^{-1} что соответствует требованиям и нормируется параметром предела не более 1500с^{-1} .

При росте коэффициента пластичности бурового раствора происходит процесс увеличения транспортирующей способности потока, а также гидродинамического давления струй раствора, выходящих из насадок, что способствует обеспечению более эффективного разрушения горных пород в забое скважины с обеспечением роста механической скорости [10].

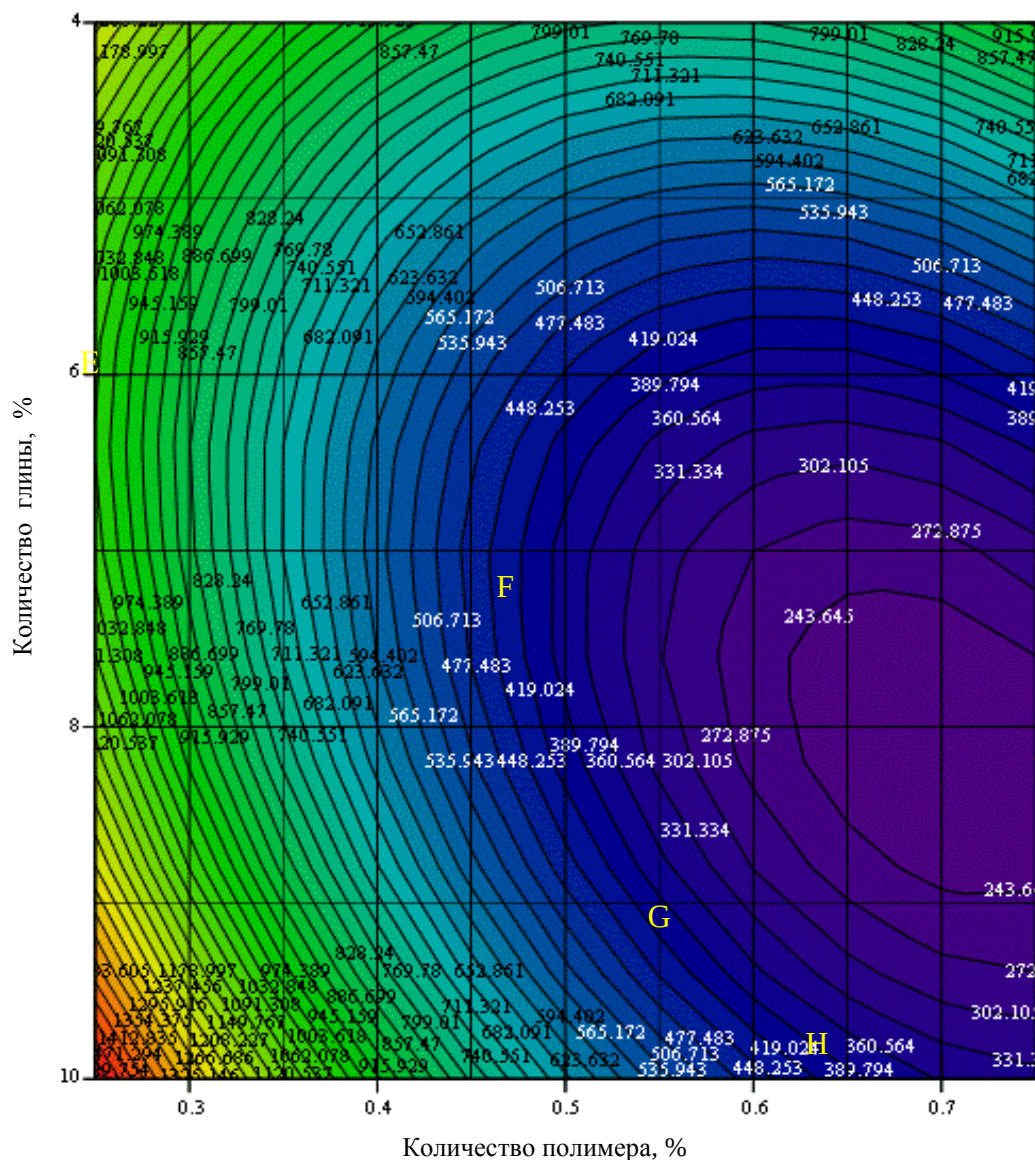


Рис. 5. Влияние количества глины и полимера на формы изолиний- коэффициента пластичности бурового раствора ($\text{КП}_{\text{БР}}$)

Согласно рисунку 5, где приведено влияние количества глины и полимера на формы изолиний-коэффициента бурового раствора ($\text{КП}_{\text{БР}}$), это может быть осуществлено по оси ординат в области EFGH при нахождении в раствор полимера от 0,12 до 0,67% и бентонитовой глины от 4 до 10% .

Таким образом, на основании проведенного математического моделирования можно сделать следующие выводы:

- критерий Фишера подтвердил адекватность математической модели;
- согласно критерию Стьюдента все коэффициенты математической модели оказались значимыми;
- суммарная относительная ошибка планирования экспериментальных данных с расчетными составила не 0,63 что говорит о высокой достоверности модели;
- на основании полученных данных математического моделирования в зависимости от содержания бентонитовой глины орангайского месторождения и полимера в буровом растворе ;
- получены уравнения регрессии коэффициента пластичности бурового раствора в кодированном:

$$КП_{БР} = 378,0 - 378,47061 \cdot П + 74,98034 \cdot Г + 290,75 \cdot П^2 + 356,0 \cdot Г^2 + 230,75 \cdot П \cdot Г$$

и натуральном:

$$КП_{БР} = 5138,042 - 8319,546 \cdot П - 682,617 \cdot Г + 4652,0 \cdot П^2 - 39,55 \cdot Г^2 + 307,666 \cdot П \cdot Г$$

видах;

- коэффициент пластичности получаемого глинистого бурового раствора представлен значениями от 244 до 1500с⁻¹, что соответствует требованиям, которые нормируются параметром предела не более 1500с⁻¹ для буровых глинистых растворов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е издание, перераб. и дополненное. - М.: Высшая школа, 1985. - 327с.
- [2] Гидратная полимеризация и формы проявления ее в горном деле \ Шарафутдинов З.З., Чегодаев Ф.А., Мавлютов М.Р., Горный вестник, 1998, №4. С.50-57.
- [3] Грей Дж. Р., Дарли Г. С. Г. Состав и свойства буровых агентов (промысловых жидкостей): пер. с англ. - М.: Недра, 1985 - 509 с.
- [4] Дедусенко Г.Я., Иванников В.И., Липкес М.И. Буровые растворы с малым содержанием твердой фазы. - М.: Недра, 1985. - 230 с.
- [5] Колесников А.С., Голубев В.Г., Пусурманова Г.Ж., Акынбеков Е.К., Джумаев А.Я., Джусенов А.У., Джумадилаев Ж.Д., Гылычдурдыева Г.М., Шегенова Г.К., Касимова Ж.Ж., Ивашкова А.А., Акынбеков А.Е. Исследования по влиянию глины орангайского месторождения и полимера на выход бурового раствора // EUROPEAN STUDENT SCIENTIFIC JOURNAL. - 2015. - № 2.
- [6] Маркова Е.В., Адлер Ю.П., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. - 280с.
- [7] Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия БХВ-Санкт-Петербург, 2009. - 512 с.
- [8] Рузинов Л.П., Статистические методы оптимизации химических процессов. - М.: Химия, 1972.
- [9] Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1980.
- [10] Шарафутдинов З.З., Шарафутдинова Р.З. Буровые растворы на водной основе и управление их реологическими параметрами/ Нефтегазовое дело, 2004г, №3. С.32-39.

Колесников А.С., Торебекова А. М., Шегенова Г. К., Охапова К. Т.,
Касимова Ж.Ж., Жакипбаев Б.Е., Кочеров Е.Н.

Математикалық модельдеу икемділік коэффициентінің әзірленіп жатқан бұрғылау ерітіндісінің негізінде бентонитті саз.

Түйіндемесі. Жұмысы жүргізілді эксперименттер анықтау бойынша оңтайлы параметрлерін икемділік коэффициентінің сазды бұрғылау ерітіндісі. Іздеу мақсатында жүргізудің оңтайлы жағдайларын зерттелетін процестердің біз қолданылды статистикалық әдіс экспериментті жоспарлау көмегімен математикалық модельдеу. Алынған деректер негізінде зерттеулер мазмұнына байланысты бентонитті саз орангай кен және полимер " бұрғылау ерітіндісінде алынған теңдеу регрессия коэффициент икемділік бұрғылау ерітіндісін кодты және заттай түрінде.

Кілтті сөздер: бентонитті саздар, икемділік коэффициенті, бұрғылау ерітіндісі, математикалық модельдеу, регрессия теңдеуі.

Kolesnikov A. S., Torebekova A. M., Shegenova G. K., Ohapova K. T.,
Kasimova Zh. Zh., Zhakipbayev B. E., Kocherov E. N.

Mathematical modeling of the coefficient of plasticity developed drilling mud based on bentonite clay

Summary. In the work carried out experiments to determine the optimal parameters of the coefficient of plasticity of clay drilling mud. With the aim of finding the optimal conditions of the studied processes we applied a statistical method of design of experiments via mathematical modeling. Based on these data, studies, depending on the content of bentonite clay orangescape deposits and polymer in the drilling mud solution obtained in the regression of the ratio of the plasticity of the drilling fluid in coded and natural form..

Key words: bentonite clay, the coefficient of plasticity; drilling fluids; mathematical modeling; regression equation.

УДК 681.5

С.В. Григорьева, Т.С. Дмитриева, Д.Н. Титов

(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им.Д.Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан,
SGrigorieva@ektu.kz)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УЧЕБНОГО ЗДАНИЯ

Аннотация. В работе рассматривается технологическая картина мировой энергетики и современное состояние энергопотребления в Казахстане. Показан расход электроэнергии по отраслям экономики и описание общей структуры рынка освещения в Казахстане на сегодняшний день. Дан обзор мирового опыта существующих программ по стимулированию энергоэффективного освещения и законодательства в области технического регулирования светотехнического рынка Казахстана. Приводится прогноз внедрения энергоэффективного и одновременно экологичного освещения на основе светодиодных осветительных приборов. Рассмотрен пример реализации светодиодной системы освещения в учебном здании. На основе разработанного программного обеспечения получены данные, которые показывают высокую энергоэффективность светодиодных осветительных приборов освещения по сравнению с люминесцентные лампы дневного света.

Ключевые слова: энергоэффективность, освещение, электроэнергия, система управления, светодиодная система.

Вопросы энергосбережения на сегодняшний день являются наиболее важными в геополитике как развитых, так и развивающихся стран. Это связано с влиянием объемов производства электроэнергии на экологию. Президент Казахстана на саммите «Энергетика будущего», проходившего в ОАЭ в январе 2017 года высказал мнение, что «в нынешних условиях ни одна страна не может позволить себе роскошь не думать об экологии». По его словам 21 век должен стать эпохой прорывных решений в энергетике.

Проблема рационального использования электроэнергии в условиях ограниченности ресурсов и роста их потребления одна из самых актуальных для мирового сообщества, а ее решение становится стратегической задачей для большинства государств. Продолжительный мировой экономический кризис, неуклонный рост цен на природные энергоресурсы, вопросы охраны окружающей среды, снижения выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу диктуют необходимость принятия комплексных мер по решению вопросов энергосбережения и энергоэффективности.

Затраты на электроэнергию растут пропорционально потребностям населения планеты и к 2025 году прогнозируется удвоение спроса на электроэнергию [1]. Эффективное потребление энергии обеспечивает 40% вклада в сокращение потребления ископаемого топлива, что в мировом масштабе эквивалентно 106 млрд. евро экономии в год. С экологической точки зрения это соответствует сокращению выбросов углекислого газа в атмосферу на 555 млн. тонн в год, ежегодному сбережению 2 тераватт электроэнергии, экономии 1,5 млрд. баррелей нефти [2].

По данным Международного энергетического агентства (МЭА) на сетевое электрическое освещение расходуется 19% мирового производства электроэнергии. Потребление энергии на освещение ответственно за 6-8% выбросов парниковых газов [3].

Проведенный МЭА анализ существующих в мире тенденций экономического развития и энергоэффективности позволил спрогнозировать повышение спроса на искусственное освещение на 60% в ближайшие 20 лет.

В Казахстане на нужды освещения ежегодно расходуется почти 10 миллиардов кВт/ч., что составляет 12-14% общего энергопотребления [4]. Сфера освещения относится к числу направлений с большим потенциалом энергосбережения. Совокупный потенциал по снижению энергопотребления для Казахстана оценивается на уровне 30% [5].

Данные расхода электроэнергии по отраслям экономики показывают, что основным потребителем электроэнергии в Казахстане является промышленность до 70%. Расходы на освещение промышленных предприятий составляют 10%. Второе место по потреблению электрической энергии занимает жилищно-коммунальное хозяйство – 12,5%. Доля потребления электроэнергии осветительными приборами в общественных и жилых зданиях составляет 40%-60%, что в 2-3 раза выше, чем в европейских странах [6].

Без усовершенствования технологий и внедрения политики энергоэффективности такие темпы наращивания производства электроэнергии приведут к увеличению потребления энергоресурсов, большинство из которых невозобновляемые, а также ухудшению экологической ситуации связанной с увеличением объемов выбросов углеводородного топлива.

В связи с такими значительными затратами актуальным становится задача повышения эффективности освещения. В целом это положительно скажется на энергетическом балансе страны и экологической ситуации, создаваемой работой электростанций. Повышение эффективности использования энергии является самым дешевым, быстрым и экологичным способом решения проблем, связанных с нехваткой энергии.

Понимая, что внедрение современных энергосберегающих технологий возможно лишь посредством установления новых стандартов искусственного освещения, многие страны проводят планомерную политику в области разработки таких норм. 46 стран, в том числе Казахстан утвердили программы стимулирующие экономию электроэнергии, а также переход на энергосберегающие технологии освещения.

Например, в США вступил в силу нормативный акт, который предполагает полный отказ от неэффективных источников света с 2014 года, при этом затраты сократятся более чем на 20 млрд. долларов. В сентябре 2009 года Евросоюз запретил продажу ламп накаливания мощностью 100 Вт, а в 2012 году эта участь постигла все лампы накаливания.

Не только Северная Америка и страны ЕС провозгласили принятие мер, направленных на энергосбережение и благоприятствующих использованию энергосберегающих источников света. Новое законодательство в области энергосбережения, включающее в себя постепенное прекращение использования ламп накаливания, действует или разрабатывается в Австралии, Новой Зеландии, России, Японии, Южной Корее, Бразилии, Аргентине и других странах.

Для внедрения энергоэффективного освещения в Казахстане утвержден закон «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», принята программа «Энергосбережение – 2020». Об актуальности повышения энергоэффективности и энергосбережения постоянно выделяется в ежегодном послании Президента Республики Казахстан народу Казахстана и в Государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан. Реализация данных программ стимулирует развитие энергоэффективных систем освещения.

Следует отметить, что в настоящее время в Казахстане замене подвергается очень небольшое количество световых точек, причем, только на уровне ламп, а не в полной системе. Между тем, полная замена устаревших осветительных приборов в домах, офисах, на торговых площадях и улицах может привести к экономии электроэнергии от 50% до 80%, при условии окупаемости инвестиций в период от 2 до 5 лет [1].

Существенная экономия освещения может быть достигнута благодаря применению новых полупроводниковых (светодиодных) источников света и разработке световых приборов на их основе. На сегодняшний день световая отдача белых светодиодов превзошла световую отдачу всех традиционных источников света и достигла 185 лм/Вт. Согласно прогнозам световая отдача белых светодиодов достигнет 226 лм/Вт к 2020 году [7]. Мировой опыт свидетельствует, что освещение на основе светодиодных технологий улучшает качество жизни, одновременно обеспечивая энергоэффективность, т.е. экономическую выгоду и экологическую безопасность.

Реализация программы преобразования рынка освещения в Казахстане позволила изменить структуру потребления ламп в пользу энергоэффективных. Сегмент светодиодных ламп вырастет со 170 тыс. штук в 2013 году до 10 млн. штук в 2018 году, а в денежном выражении – с 2,2 млн. в 2013 году до 42 млн. долларов США в 2018 году [1]. Такой рост объясняется снижением себестоимости. Согласно прогнозам, розничная цена этого типа ламп в 2016 году составит 6,57, а в 2018 году уже 4,20 долларов США за штуку [8].

Исполнение Закона Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» в части запрета на производство и продажу электрических ламп накаливания мощностью 25 Вт и выше повлечет за собой массовый переход сначала на использование компактных люминесцентных ламп, а затем и светодиодных ламп. Суммарное энергосбережение за период 2013-2018 гг. составит 3011 МВт [8]. Современные светодиодные системы освещения позволяют осуществлять экономию электроэнергии по отношению к системам освещения, использующие галогенные и люминесцентные лампы.

Для проведения оценки эффективности светодиодной системы освещения нами были проведены натурные эксперименты. Измерялась потребляемая мощность освещения рекреаций двух этажей учебного корпуса ВКГТУ им. Д.Серикбаева. На одном этаже использовались люминесцентные лампы дневного света, а на другом этаже светодиодные лампы, работающие в двух режимах: в обычном режиме без системы управления и с использованием разработанной системы автоматизированного управления. Применялись светильники типа «Армстронг».

Схематично этаж с размещенными элементами освещения и автоматизированной системой управления показан на рисунке 1. Дополнительно были установлены датчики движения и времени, которые совместно с датчиками освещенности и температуры, позволяли реализовать различные сценарии работы системы освещения всего этажа.

На втором этаже были установлены люминесцентные лампы с суммарной световой мощностью равной световой мощности светодиодных ламп первого этажа.

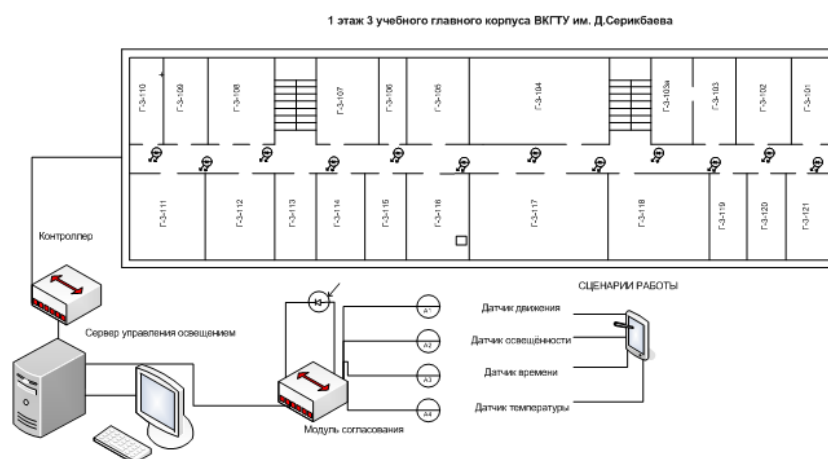


Рис. 1. Схема автоматизации и размещения светодиодных светильников

Для сравнительного анализа экономичности работы используемых технологий освещения для каждого сегмента были установлены электронные счётчики «Меркурий-230», передающие данные на ПЭВМ. Передача данных осуществляется по стандарту RS-485 с помощью преобразователя интерфейсов, который предназначен для преобразования интерфейса USB в CAN/RS-232/RS-485. Для визуального наблюдения расхода электроэнергии было разработано программное обеспечение. Внешний вид подключения счетчиков к ПЭВМ, а также непосредственно система светодиодного освещения коридора учебного корпуса показаны на рисунке 2.



Рис. 2. Внешний вид подключения счетчиков с монитором

Информация, поступающая со счетчиков, передавалась на сервер и записывалась в базу данных. Разработанная прикладная программа позволяла получать информацию о расходе электроэнергии и эффективности работы систем освещения. Данные отображались на мониторе и записывались в базу данных (рисунок 3). Все рабочее поле интерфейса программы разделено на три части. Вверху отображается расход электроэнергии в реальном времени. По горизонтали откладывается текущее время. Видно, что расход второго этажа имеет 1000 Вт, а расход первого этажа, где используется система светодиодным освещением, составляет 470Вт. На графике видно резкое уменьшение мощности. Это связано с демонстрацией работоспособности системы – было кратковременно выключено освещение на первом этаже.

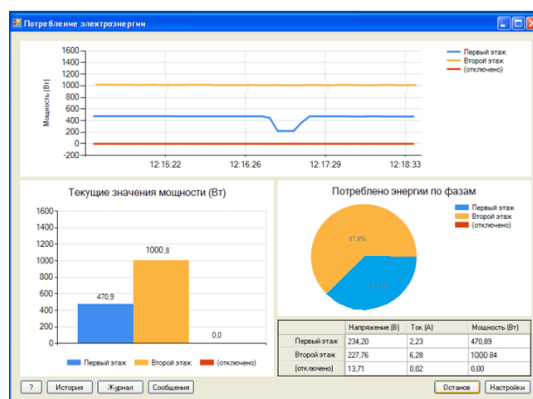


Рис. 3. Визуализация контроля расхода электроэнергии

В нижней части интерфейса показана гистограмма расхода электроэнергии. Данные гистограммы показывают точный расход электроэнергии первого и второго этажа, а также процентное содержание энергопотребления по этажам.

Необходимо отметить, что светодиодные светильники не требуют эксплуатационных расходов (их не нужно менять, утилизировать, закупать «расходники»). Люминесцентные светильники требуют постоянного обслуживания, стоимость которого постоянно увеличивается примерно на 15% в год. Также люминесцентные лампы требуют утилизацию, что ещё увеличивает стоимость обслуживания на 5%.

Данные затрат на электроэнергию и общие затраты с учетом эксплуатационных расходов в различных сегментах показаны на рисунке 4. На основании этих данных видна реальная экономия затрат на электроэнергию и экономия полных затрат на эксплуатацию при использовании светодиодных осветительных приборов.

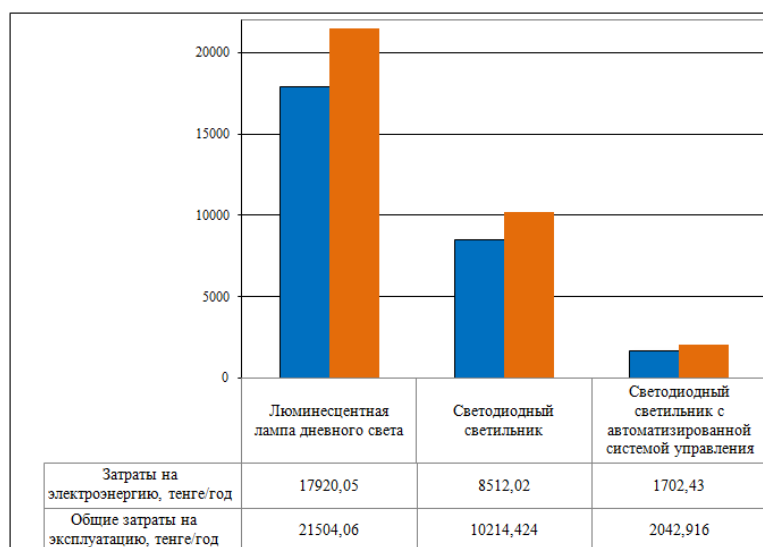


Рис. 4. Затраты на электроэнергию

За время проведения натурных испытаний за работой системы светодиодного освещения на этаже в учебном корпусе и сравнения ее с имеющимися осветительными приборами, основанными на люминесцентных лампах, были получены данные по экономии электроэнергии. Видно, что использование автоматизированной системы управления светодиодным освещением позволяет сэкономить электроэнергию до 90% по сравнению с имеющимся в настоящее время освещением на основе люминесцентных ламп. Также данные натурные измерения показали, что использованием светодиодных осветительных приборов позволяет сэкономить электроэнергию на 48% даже без использования системы автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прикладные маркетинговые исследования в приоритетных отраслях экономики, Алматы, 2014. – 47с.
- [2] International Energy Agency. Light's labour's lost. Policies for Energy-efficient Lighting. OECD/IEA, 2006. – 560 p.
- [3] Provoost R., Goetzeler M. A global transition to efficient lighting // COP 16 United Nations Climate Change Conference Cancun Mexico, 2010. – pp. 84-85.
- [4] Бабко А.Н., Инютин С.П. Энергетический и световой аудит в зданиях, сооружениях и уличном освещении: учебное пособие. – Астана: Издательство, 2014. – 174 с.
- [5] Абдрахманов Е.А. Развитие энергосберегающей деятельности в Казахстане // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2013. – №3(22) – С. 16–25.
- [6] Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013г. № 904 Об утверждении Программы «Энергосбережение – 2020».
- [7] Анализ состояния и перспектив рынка светотехнической продукции в странах-участницах евразийского экономического союза. Прогноз развития организации объединенных наций, 2015. – 82с.
- [8] Отчет по исследованию рынка светотехники в Республике Казахстан, Астана, 2013. – 92с.

Григорьева С.В., Дмитриева Т.С., Титов Д.Н.

Оқу мекемесі мысалымен жарық диодының жүйесін жарықтандырудың энергиялық тиімділігін тәжірибелік зерттеу

Түйіндеме. Қазақстанда заманауи энергия тұтынудың күйі мен болжамы жарықтандыру құралдарын жарық диоды негізінде энергиялық тиімді және сонымен бірге экологиялық жарықтандыруды енгізу қажеттілігін ұсынады. Бұл жұмыста оқу мекемесін жарықтандырудың жарық диодты жүйесін жүзеге асырудың үлігісі көрсетілген. Құрастырылған бағдарламалық камтамасыздандыру және электр энергияларының шығынын бақылау жүйесін қолдану арқылы люминесценттік шаммен салыстырғанда жарық диодты жарықтандыру аспаптарының энергиялық тиімділігі бойынша мәліметтер алынды.

Түйін сөздер: энергиялық тиімділік, жарықтандыру, электр энергиясы, басқару жүйесі, жарық диодының жүйесі

Grigoryeva S.V., Dmitrieva T.S., Titov D.N.

Evaluation of energy efficiency of LED lighting systems by the example of an educational building

Summary. The present state and forecast of energy consumption in Kazakhstan dictates the need to introduce energy-efficient and environmentally friendly lighting based on LED lighting products. An example of the implementation of an LED lighting system in an educational building is given in the work. The power consumption monitoring system and the developed software allowed to obtain energy efficiency data of LED lighting fixtures as compared to fluorescent lamps.

Key words: energy efficiency, lighting, electricity, control system, LED system.

УДК 637.07:366.65

А.К.Тулেকбаева, А.А.Токтабек, А.Е.Отуншиева, Д.А.Турдыбекова, М.Б. Кенжеханова

(¹Южно – Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,

Шымкент, Республика Казахстан tulekbaeva@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МАРКИРОВКИ ШУБАТА

Аннотация. Требования к маркировке шубата, как к продукту переработки верблюжьего молока, и которая относится к одному из средств информации для потребителя заложены в технических регламента Таможенного союза и ряде национальных стандартов Республики Казахстан. Лечебные свойства шубата предопределили в последние годы увеличение объемов его производства, как для внутреннего рынка, так и для экспорта на рынки ближнего и дальнего зарубежья. Одной из составляющих конкурентоспособности шубата является доступность и полнота информации обо всех его характеристиках для потребителя. Только в этом случае потребитель делает выбор в его пользу. Таким средством информации является маркировка. В настоящей статье приведены результаты исследований по формированию потребительских критериев для оценки качества маркировки шубата марки «Маякұм».

Ключевые слова: шубат, маркировка, информация для потребителей, потребительские критерии, идентификация, технические регламенты Таможенного Союза, показатели качества и безопасности.

Введение. Актуальность работы. К одной из важнейших отраслей животноводства Республики Казахстан относится верблюдоводство. Основное назначение выращивания верблюдов в нашей стране это получение мяса и шерсти, а их молоко в промышленных объемах практически не используется, хотя мировой опыт показывает неуклонное повышение объема потребления верблюжьего молока и продуктов его переработки, в связи с его уникальными свойствами, как по содержанию различных витаминов, микроэлементов, так и по питательным свойствам.

Экспортный потенциал верблюжьего молока и продуктов его переработки очень высок, из-за их уникальных свойств по лечению ряда серьезных заболеваний человека. Обширные научные исследования проводимые в мире показывают результаты по лечению сахарного диабета, туберкулеза, заболеваний аутоиммунной системы, гепатита, профилактики раковых заболеваний [1,2].

Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013 – 2020 годы «Агробизнес – 2020», позволяет животноводческим хозяйствам, специализирующихся на выращивании верблюдов, активнее развивать производства по получению высококачественного верблюжьего молока и продуктов его переработки.

К основному и наиболее востребованному продукту, изготавливаемого из верблюжьего молока относится шубат. Шубат - кисломолочный продукт, изготавливаемый из молока верблюдиц породы казахский бактриан, с массовой долей жира в молоке не менее 4,8%. По данным Комитета статистики Министерства экономики Республики Казахстан на апрель 2016 года производство кисломолочной продукции, включая кумыс и шубат 65674 тонн, в которых лидирует Павлодарская, Южно-Казахстанская, Карагндинская и Алматинская области [3].

Постановка задачи. Основные требования к показателям качества и безопасности верблюжьего молока и продуктам его переработки. Показатель качества продукции — это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в её качество, рассматриваемая применительно к определённым условиям её создания и эксплуатации или потребления [4]. Каждая продукция обладает своей номенклатурой показателей, которая зависит от назначения продукции, условий её производства и эксплуатации и многих других факторов.

Показатели безопасности характеризуют особенности продукции, обеспечивающие безопасность человека при потреблении или эксплуатации продукции.

Требования к показателям качества закладываются в нормативных документах – стандартах различных категорий и видов. Требования к показателям безопасности в технических регламентах [5,6].

Верблюжье молоко и продукты его переработки, в частности шубат, относятся к пищевым продуктам, показатели безопасности которого, регламентируются требованиями Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (горизон-

тальные технические регламенты), ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» (вертикальные технические регламенты)[5].

Показатели качества верблюжьего молока заложены в национальном стандарте Республики Казахстан СТ РК 166-97 Молоко верблюжье для переработки на шубат, на продукты его переработки, в частности шубат в СТ РК 2117-2011 Национальные казахские молочные продукты. Виды. Общие технические условия.

Горизонтальные технические регламенты распространяются на всю пищевую продукцию и устанавливают требования, общие для всей или большинства видов пищевой продукции.

Вертикальные технические регламенты распространяются на отдельные виды пищевой продукции и устанавливают требования только к этим отдельным видам пищевой продукции, т.е. вертикальные технические регламенты дополняют общие требования, установленные в горизонтальных технических регламентах. Вертикальные технические регламенты применяются вместе с горизонтальными регламентами и должны содержать соответствующие ссылки, но не должны повторять положения горизонтальных технических регламентов.

В таблице 1, приведены микробиологические нормативы безопасности (патогенные) по ТР ТС 021/2011. В таблице 2 гигиенические требования безопасности к молоку и молочным продуктам. Данные требования являются общими для верблюжьего молока, в том числе продуктам его переработки. Конкретные требования к молоку, в том числе к верблюжьему и продуктам его переработки содержатся в ТР ТС 033/2013, которые приведены в таблице 3.

Таблица 1. **Микробиологические нормативы безопасности (патогенные)**

Группа продуктов	Масса продукта (г), в которой не допускается	Группа продуктов
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Молоко и молочная продукция (кроме продуктов стерилизованных, ультрапастеризованных с асептическим фасованием), питательные среды для заквасок, молоко-свёртывающие препараты, смеси сухие для мороженого	25(50 – для концентрата лактулозы, белка молочного, казеина)
Listeriamonocytogenes	Молоко и молочная продукция, в том числе смеси сухие для мягкого мороженого, (кроме сырого молока, сырого обезжиренного молока и сырых сливок, стерилизованных, ультрапастеризованных с асептическим фасованием, кисломолочных, сухих, сгущённых продуктов, сыров и сырных продуктов плавящихся, масла топленого, молочного жира, сливочно-растительной топленой смеси)	25125 г (для сыров мягких и рассольных - в 5 образцах массой по 25 г каждый)

Таблица 2. **Гигиенические требования безопасности к молоку и молочным продуктам**

Показатели	Допустимые уровни	Примечания
Токсичные элементы		
свинец	0,1	Сырое молоко, сырое обезжиренное молоко, сырые сливки; Питье- вое молоко и питьевые сливки, пахта, сыворотка молочная, молоч- ные напитки, кисломолочные продукты, сметана, молочные состав- ные продукты на их основе. Молочные продукты, молочные составные сухие, сублимированные (в пересчете на восстановленный продукт)
мышьяк	0,05	
кадмий	0,03	
ртуть	0,005	
ГХЦГ (α, β, γ- изомеры)	0,05	
ДДТ и его мета- болиты	0,05	
Микотоксины		
афлатоксин М1	0,0005	Молоко и продукты переработки молока;
Диоксины ²	0,000003 (в пересчете на жир)	Молоко и молочная продукция
Меламин ³	не допускается (^{<} 1,0 мг/кг)	Сырое молоко, сырое обезжиренное молоко, сырые сливки; Про- дукты переработки молока для сухих и сублимированных продук- тов переработки молока (в пересчете на восстановленный продукт);

Таблица 3. Допустимые уровни содержания микроорганизмов и соматических клеток в сыром молоке

Продукт	КМАФАнМ*, КОЕ**/ см3 (г), не более***	Объем (масса) продукта, см3 (г), в которой не допускаются		Содержание соматических клеток, в 1 см3 (г), не более***
		БГКП (колиформы)***	Патогенные, в том числе сальмонеллы	
Сырое молоко	5 x 10 ⁵	–	25	7,5 x 10 ⁵

Примечание: КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.
 **КОЕ – колониеобразующие единицы.
 ***Определенные показатели содержания КМАФАнМ и соматических клеток вводятся в действие с 01.07.2017 (до 01.07.2017 действуют нормы, установленные Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)).
 ****БГКП – бактерии группы кишечных палочек

Показатели идентификации сырого верблюжьего молока приведены в таблице 4. Органолептические показатели шубата приведены в таблице 5, физико-химические показатели в таблице 6.

Таблица 4. Показатели идентификации сырого верблюжьего молока

Вид животного	Содержание составных частей молока, % *			Плотность при температуре 20 °С, не менее	Кислотность, °Т, не более
	жир, не менее	белок, не менее	сухие вещества, в среднем		
Верблюдица	3	3,8	15	1032	17,5

Таблица 5. Органолептические показатели шубата

Наименование показателя	Норма
Вкус и запах	чистый, кисло-молочный, освежающий, специфический для натурального шубата
Консистенция	жидкая, однородная, газированная, пенящаяся
Цвет	молочно-белый, со слегка желтоватым оттенком

Таблица 6. Физико-химические показатели шубата

Наименование Показателя	Характеристика для шубата		
	Слабого	среднего крепкого	среднего крепкого
Массовая доля жира, %, не менее	4,0	4,0	4,0
Кислотность, °Т	от 60 до 90	от 90 до 120	от 120 до 150
Массовая доля спирта, %, не более	0,5	1,0	1,5
Фосфатаза	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Изученные нами требования к показателям безопасности и качества показали, что они должны учитываться всеми предприятиями, выпускающими или планирующими производить в промышленных масштабах шубат, для реализации его как внутри страны, так и на территории Таможенного Союза.

Новизна. Обеспечение качества и безопасности шубата. Казахстан имеет давние традиции в производстве и переработке шубата. Потребление шубат населением постоянно возрастает. Стремление Казахстана к интеграции в мировое сообщество, а также развитие рыночных отношений внутри страны приведет к ещё большему росту товарообмена, а значит, перед предприятиями стоит важная задача – адаптироваться к условиям и правилам «игры» на международном рынке. И качество выпускаемой продукции при этом является важным инструментом в борьбе за рынки сбыта. Поэтому вопросы гигиены получения и переработки шубата становятся актуальными и требуют постоянного внимания.

Методы исследований. Качество и безопасность шубата формируется под влиянием следующих факторов:

- Хорошая гигиеническая практика. Одна из главнейших составляющих успеха высокая санитарная культура производства. Получение высококачественных шубат может быть достигнуто только при четкой организации противозидемических и гигиенических мероприятий. Это и состояние производственных и складских помещений завода, водоснабжение, канализация, холодоснабжение, санитарное состояние и оборудование бытовых помещений, соблюдение персоналом правил личной гигиены, организация лабораторного контроля, обеспечение производства необходимыми моющими и дезинфицирующими средствами, наличие раковин для мытья рук, графики уборки помещений, дератизация и дезинсекция. Сюда же входит контроль за условиями труда (освещение, вентиляция помещений, заземление оборудования) и многое другое.

- Хорошая производственная практика. В первую очередь это четкая организация производственных процессов, соблюдение технологических регламентов, параметров мойки и дезинфекции оборудования. Соблюдение производственной дисциплины достигается не только порядком действий каждого работника, регламентированным должностными инструкциями или инструкциями на рабочих местах. Личная ответственность работающих, строгий контроль со стороны руководителя предприятия и начальников подразделений - залог выпуска продукции гарантированного качества. Необходимыми составляющими этого процесса являются производственные учебы, повышения квалификации специалистов, аттестация рабочих мест.

- Контроль качества. Каждое предприятие самостоятельно строит свою производственную деятельность, а значит должно иметь собственный пакет документов, регламентирующих производственную деятельность и призванных обеспечить качество и безопасность выпускаемой продукции. Контроль качества сырья и готовой продукции на предприятии осуществляется в соответствии с производственной программой лабораторного контроля, согласованной с центром Госсанэпиднадзора. В программе определены показатели безопасности сырья, вспомогательных материалов, готовой продукции, периодичность и методы их контроля.

- Анализ рисков и контроль в критических точках. Сущность этой системы заключается в выявлении опасных факторов, влияющих на безопасность производимой продукции. Внедрение данной системы дает возможность предприятию эффективно использовать все технические ресурсы для обеспечения безопасности выпускаемой продукции, начиная от закупки сырья и заканчивая продажей готовой продукцию.

Результаты исследований. Идентификация продукции. С возрастанием как производства шубата, так и его потребления встают вопросы необходимости идентификации данного продукта, так как проведенные недавно исследования группой экспертов из Научно-исследовательского института проблем агропромышленного комплекса и водных ресурсов ЮКГУ им. М. Ауезова (г. Шымкент, Республика Казахстан) по оценке качества шубата, выявили несоответствие шубата своим заявленным потребительским характеристикам [7]. Так, ими были отобраны образцы шубата, выпускаемого казахстанскими производителями (три — из Алматинской области, один — из Восточно-Казахстанской области, два — из города Алматы, три — из Южно-Казахстанской области, один — из города Шымкент). Анализ показал, что из десяти образцов шубатом можно назвать только один образец (производитель ИП., г. Шымкент). Пять образцов (из Алматинской области и города Алматы) имели содержание жира в молоке менее 4% (2,8–3,7%), а стало быть, продукт произведен не от верблюдов породы казахский бактриан и его никак нельзя назвать шубатом. Иными словами, «шубат» от этих производителей попросту был кымыраном.

Помимо этого, в семи образцах шубат при встряхивании не приобретал гомогенную структуру. Только два образца при встряхивании приобрели однородную консистенцию (ИП и два производителя из Южно-Казахстанской области). А органолептическая оценка выявила в девяти образцах отсутствие бархатистости вкусового восприятия, исключение составил один образец. Авторы исследований констатируют, что 90% шубата, отобранных ими на доступных рынках Южно-Казахстанской области и города Алматы, не соответствует своему названию.

Таким образом, увеличение на рынке числа фальсифицированных товаров, их незаконное производство и перемещение через таможенную границу и ряд других причин вызвали практическую необходимость проведения работ по идентификации, так как, в условиях рыночной экономики ее важным объектом становится товар, в идентификации которого раньше не было необходимости.

В законодательных и нормативных документах, научной и учебной литературе определение понятия «идентификация» за последнее десятилетие менялось, и до сих пор этот термин трактуют по-разному.

Впервые понятие идентификации применительно к товарам и ее роль в условиях рыночных отношений были раскрыты М. А. Николаевой. Авторами предлагалось следующее определение[8]:

«Идентификация — установление соответствия наименования товара, указанного на маркировке и/или в сопроводительных документах, предъявляемым к нему требованиям». В дальнейшем понятие идентификации в зависимости от целей ее проведения изменялось, однако чаще всего давалось понимание этой процедуры, ограниченное определенными рамками. Например в СТ РК 1014-2000 Идентификация продукции. Общие положения приводится следующее краткое определение:

«Идентификация продукции- установление соответствия конкретной продукции образцу и/или ее описанию» и далее: «Описание продукции — набор признаков, параметров, показателей и требований, характеризующих продукцию, установленных в соответствующих документах». В качестве описания предлагается использовать нормативные документы и ряд товаросопроводительных документов. Наиболее полное определение понятия идентификации дано в законе РК «О безопасности пищевой продукции»[9]. Такое понятие применимо для различных областей, в которых идентификация является необходимым этапом.

Таким образом, *идентификация продукции(товаров)*- деятельность по установлению соответствия конкретного товара образцу, информации в товаросопроводительных документах нормативным и техническим требованиям, а также принадлежности к группе однородных товаров.

Из всего этого многообразия для потребителя при выборе пищевой продукции в качестве товара наиболее предпочтительна для получения необходимой информации о продукте –маркировка.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки, согласно Решения Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 881 вступил в силу 1 июля 2013года, в котором дается следующее определениемаркировке пищевой продукции - это информация о пищевой продукции, нанесенная в виде надписей, рисунков, знаков, символов, иных обозначений и (или) их комбинаций на потребительскую упаковку, транспортную упаковку или на иной вид носителя информации, прикрепленного к потребительской упаковке и (или) к транспортной упаковке, или помещенного в них либо прилагаемого к ним[10].

Согласно данному документу, информация о товаре может быть указана на этикетке или на потребительской упаковке продукции и должна содержать следующие сведения:

1. наименование пищевой продукции, позволяющее достоверно охарактеризовать данный продукт и отличить его от другой пищевой продукции;
2. сведения об изготовителе товара - наименование и место нахождение изготовителя;
3. состав пищевой продукции. При этом компоненты, входящие в состав пищевой продукции указываются в порядке убывания их массовой доли, т. е. сразу после слова «состав» указывается сырьевой компонент, который содержится в данном продукции в наибольшем количестве;
4. количество пищевой продукции. Если продукция жидкая, то указывается ее объем (литры, миллилитры и др.); если твердая, сыпучая - указывается ее масса (килограммы, граммы и др.); если консистенция пастообразная, вязкая - то указывается либо ее объем, либо масса;
5. дату изготовления пищевой продукции, являющейся датой окончания технологического процесса производства

Если срок годности пищевого продукта не превышает 72 часа, то указывается час, число, месяц изготовления;

срок годности продукции составляет от 72 часов до 3-х месяцев - указывается число, месяц, год изготовления;

при сроке годности 3 месяца и более указывается месяц, год или число, месяц и год изготовления,

Слова «дата изготовления» в маркировке пищевой продукции могут быть заменены словами «дата производства» или другими словами, аналогичными по смыслу;

6. срок годности пищевой продукции - ограниченный период времени, в течение которого продукты должны полностью отвечать предъявляемым к ним требованиям качества и безопасности;

7. условия хранения пищевой продукции (оптимальные условия окружающей среды - температура, влажность воздуха, световой режим, при которых обеспечивается сохранность продукции);

8. сведения о пищевой ценности (калорийность продукта, содержание белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов);

9. способы и условия приготовления (для концентратов и полуфабрикатов), а для продуктов детского и диетического питания и условия применения;

10. сведения о наличии в пищевой продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (ГМО);

11. сведения о документе, в соответствии с которым произведена пищевая продукция (государственный стандарт, ГОСТ, стандарт организации или другие нормативные документы).

Покупателям советуем обращать внимание на информацию, указанную на этикетке. Это позволит сделать правильный выбор и избежать приобретения некачественной или несоответствующей потребностям пищевой продукции.

Согласно требованиям системы технического регулирования Республики Казахстан при реализации пищевой продукции на территории страны маркировка должна быть выполнена на государственном и русском языках.

Обсуждение результатов. Информация о потребительских критериях шубата, производимого в СХ «Усенов Н» для разработки маркировки. Наименование пищевой продукции: шубат. Так как допускается к наименованию продукции включать наименование места его происхождения, то окончательное наименование шубат «Маяқұм».

Основной показатель качества: массовая доля жира, не менее 4%

Информация о специальном способе обработки шубата: пастеризованное

Состав: в него включены такие данные как исходное сырье – верблюжье молоко, закваска,

Пищевая ценность 100г продукта по содержанию белков -4,18 г., жиров -5,2 г и углеводов -5,9 г.

Энергетическая ценность (калорийность): 351 кДж/84 ккал

Информация об отличительных свойствах шубата - содержание молочнокислых микроорганизмов в готовом продукте- не менее 1×10^5 КОЕ/см³ (г)

Срок годности: со дня изготовления – не более 60 суток.

Условия хранения: хранить при температуре от 2° до 6 °С

Сведения об изготовителе товара: «Усенов Н» КХ, юридический адрес, телефоны.

Количество продукта: объем 1,0 л.

Наименование нормативного документа, на основании которого произведен продукт: СТ КХ 100364002137-01-2014

Дата изготовления

Знак ЕАС

штриховой код

На рисунке 1, приводится маркировка шубат «Маяқұм».



Рис. 1. Маркировка шубата «Маяқұм»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013 – 2020 годы «Агробизнес – 2020», утвержденной Правительством Республики Казахстан от «18» февраля 2013 года № 151.

[2] Аналитическая служба Рейтингового Агентства РФЦА Республики Казахстан/Анализ отрасли животноводства, Алматы, 2010 г.

[3] Аналитический обзор EnergyProm//Дата доступа 12.06.2017 <http://www.energyprom.kz>

- [4] Жетесова Г.С. Жунусова А.Ш. Основы квалитметрии. Практический курс. Учебное пособие. –Караганда. Кар ГТУ, 2003. -65 с.
- [5] Большова Г.С., Ешанкулов А.А., Тулекбаева А.К., Ажимуратова А.С. Анализ нормативной составляющей производства верблюжьего молока и продуктов его переработки/ Труды международной научно-практической конференции «Сто конкретных шагов. Современное государство для всех» -Стратегический путь индустриально-инновационного развития страны», - Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2015. – С. 347-352.
- [6] Шакалиев А.А., Канаев А.Т., Альчиканова А.Т.: учебное пособие Стандартизация, Астана, 2014. - 218 с.
- [7] Баймуканов Д.А. Альтернативное молоко: в Казахстане провели сравнительный анализ коровьего, верблюжьего и кобыльего молока//Журнал «Агротехника и технологии» №4, июль-август 2016. –С. 27-31.
- [8] Николаева Н.А. Товароведение потребительских товаров //Учебник для ВУЗов. - М.: Норма, 1998. - 283 с.
- [9] Закон Республики Казахстан «О безопасности пищевой продукции (с [изменениями и дополнениями](#) по состоянию на 21.04.2016 г.)
- [10] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки, утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 881.

Тулекбаева А.К., Токтабек А.Ә., Отуншиева А.Е., Турдыбекова Д.А., Кенжеханова М.Б.

Шұбат таңбалау сапасын бағалау үшін тұтыну өлшемдерін әзірлеу

Түйіндемесі. Таңбалау талаптары шұбат, сондай-ақ, өнімнің қайталануын жоюға арналған өнім және Қазақстан Республикасының ұлттық стандарттары мен техникалық нормаларына сәйкес техникалық регламенттің орындалуы үшін тұтынушыға арналған ақпарат құралдарының біреуіне қатысты. Шұбат дәрілік қасиеттері оның өндіріс көлемінің өсуі ішкі нарыққа және сыртқы нарыққа экспортқа арналған соңғы жылдары алдын ала белгіленген. Бәсекеге қабілеттілік шұбат негіздерінің бірі тұтынушыға оның барлық сипаттамалары туралы ақпаратты болуы және толықтығы болып табылады. Осы жағдайда ғана тұтыну оның пайдасына таңдау жасайды. Осылайша ақпарат құралдарын таңбалау. Бұл мақалада шұбат бренді таңбалау сапасын бағалау үшін тұтыну өлшемдерін қалыптастыру бойынша зерттеу нәтижелерін ұсынады «Маяқұм».

Кілттік сөздер: шұбат, таңбалау, пайдаланушылар үшін ақпарат, тұтынушылық критерийлері, идентификация, сапасы мен қауіпсіздігі көрсеткіштерінің Кеден Одағының техникалық регламенті.

Tulekbaeva A.K., Toktabek A.A., Otunshieva A. E, Turdibekova D.A., Kenzhekhanova M.B

Development of consumer criteria for assessing the quality of shubat marking

Summary. The requirements for marking shubat as a product for processing camel milk, which relates to one of the means of information for the consumer, are laid down in the technical regulations of the Customs Union and a number of national standards of the Republic of Kazakhstan. The medical properties of shubat have predetermined in recent years an increase in the volume of its production, both for the domestic market and for export to the markets of near and far abroad. One of the components of shubat's competitiveness is the availability and completeness of information about all its characteristics for the consumer. Only in this case the consumer makes a choice in his favor. This means of information is labeling. In this article, the results of the research on the quality of the marking of the Shuabata of the brand "Mayagym" are presented.

Keywords: shubat, marking, information for consumers, consumer criteria, identification, technical regulations of the Customs Union, quality and safety indicators.

УДК 666.942

Б. Е. Серикбаев, А.С. Колесников, Б.Е. Жакипбаев,

Е.Н. Кочеров, А.С. Естауова, О.Г. Колесникова

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,

Шымкент, Республика Казахстан, *e-mail: kas164@yandex.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДКИ КОНУСА БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА МАРКИ М600

Аннотация. В работе проведены эксперименты по определению оптимальных параметров осадки конуса бетонной смеси. С целью поиска оптимальных условий проведения исследуемых процессов нами был применен статистический метод планирования эксперимента с помощью математического моделирования. На основании полученных данных исследований в зависимости от расхода цемента, водоцементного соотношения и температуры были получены уравнения регрессии осадки конуса бетонной смеси в кодированном и натуральном видах.

Ключевые слова: осадка конуса, бетонная смесь, водоцементное отношение, математическое моделирование, уравнения регрессии.

Как известно, для проектирования состава бетона и управления качеством материала на производстве необходимо иметь зависимости свойств бетонной смеси от ее состава, использованных материалов, условий приготовления и уплотнения, а также от температуры.

Поскольку в опытах приходится учитывать влияние на свойства бетонной смеси и бетона многих факторов, то в исследованиях для получения расчетных зависимостей использован метод математического планирования эксперимента.

С целью поиска оптимальных условий проведения исследуемых процессов, в частности осадки конуса бетонной смеси в зависимости от расхода цемента, водоцементного отношения и температуры нами был применен метод планирования экспериментов (ПЭ) [55, 56].

В основе метода статистического ПЭ заложено использование упорядоченного плана расположения точек (входные параметры опытов) в факторном пространстве и применение новой безразмерной системы координат [55, 56].

Полный факторный эксперимент (ПФЭ) предполагает проведение опытов при всех возможных сочетаниях значений факторов на всех уровнях варьирования. При двух факторах и двух уровнях необходимо 4 опыта. Это минимальное количество опытов позволяющих определить параметры линейной математической модели. Получение более сложной модели требует проведения дополнительных опытов [55, 56].

Для сокращения числа опытов нами использовано ортогональное планирование эксперимента (план Бокса-Уилсона), этот метод позволяет сократить количество опытов и упростить математическую обработку результатов экспериментов. Для построения ортогональных центральных композиционных планов (ЦКП) используется так называемое звездное плечо α (плечо звездных точек). Для трех факторов $\alpha=1,68$ (в кодированном масштабе). Это опыты, которые проводятся дополнительно, к плану полного факторного эксперим. В основе методов статистического планирования эксперимента принят упорядоченный план расположения точек (входных параметров опытов) в факторном пространстве и использование новой безразмерной системы координат [55, 56].

Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии оценивалась с использованием критерия Стьюдента, при этом незначимые коэффициенты принимались равными нулю. Кроме того, проверка адекватности математической модели проводилась с использованием критерия Фишера [55, 56].

Для автоматизации обработки результатов ученым из ЮКГУ им. М. Ауэзова Инковым А.М. разработана специальная программа для персонального компьютера на базе системы MsExcel, используемая в среде системы «MS Windows XP». Это позволило в ходе диалога практически мгновенно получать все необходимые результаты расчетов и обеспечить поиск оптимальных режимов проведения процесса.

В качестве целевой выходной переменной выбрано $Y(ок) - \%$ -е значение осадки конуса, см (ОК).

Входными параметрами (факторами) являлись:

Z_1 – Расход цемента, кг/м³

Z_2 – Водоцементное соотношение (В/Ц)

Z_3 - Температура, °C

На основе предварительных исследований выбраны следующие диапазоны изменения факторов (таблица 1).

Таблица 1. Исходные данные для планирования экспериментов

	X_1	X_2	X_3	Z_1	Z_2	Z_3
Нижний уровень	-1	-1	-1	250	0,4	25
Верхний уровень	+1	+1	+1	450	0,6	45
Нулевой уровень	0	0	0	350	0,5	35
Интервал варьирования	Δ	Δ	Δ	100	1,1	10
Плечо + α	+1,68	+1,68	+1,68	518	0,668	52
Плечо – α	-1,68	-1,68	-1,68	182	0,332	18

План и результаты проведенных экспериментов в натуральном масштабе переменных приведены в таблице 2.

Таблица 2. План и результаты экспериментов

№ опыта	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Y _(ок) экс
1	450	0,6	45	21,000
2	250	0,6	45	11,600
3	450	0,4	45	18,000
4	250	0,4	45	16,000
5	450	10,6	25	25,000
6	250	0,6	25	14,000
7	450	0,4	25	12,000
8	250	0,4	25	11,000
9	518	0,5	35	22,000
10	182	0,5	35	12,000
11	350	0,668	35	19,000
12	350	0,332	35	13,000
13	350	0,5	52	18,000
14	350	0,5	18	15,000
15	350	0,5	35	17,000
16	350	0,5	35	16,000
17	350	0,5	35	17,300
18	350	0,5	35	16,000
19	350	0,5	35	17,400
20	350	0,5	35	16,000

В таблице 3 приведены значения коэффициентов математической модели. Проверка значимости по критерию Стьюдента показала, что 8 из 10 коэффициентов оказались значимы. Использование критерия Фишера подтвердило адекватность математической модели.

Таблица 3. Коэффициенты математической модели

Натуральный масштаб		Безразмерный масштаб	
a 0	-4,08	b0	16,61
a 1	0,13	b1	2,94
a 2	27,38	b2	1,80
a 3	-0,90	b3	0,70
a 11	0,000009	b11	0,00
a 22	-30,69	b22	-0,30
a 33	-0,00129	b33	-0,12
a 12	-0,217	b12	2,17
a 13	-0,000075	b13	0,00
a 23	2,175	b23	-2,17

На основании данных таблицы уравнения регрессии в кодированном и натуральном виде имеют вид:

Кодированный вид:

$$Y_{(ок)} = 16,61 + 2,94 \cdot x_1 + 1,80 \cdot x_2 + 0,70 \cdot x_3 - 0,30 \cdot x_2^2 - 0,12 \cdot x_3^2 + 2,17 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,17 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (3.1)$$

Натуральный вид:

$$Y_{(ок)} = -4,08 + 0,13 \cdot z_1 + 27,38 \cdot z_2 - 0,90 \cdot z_3 + 0,000009 \cdot z_1^2 - 30,69 \cdot z_2^2 - 0,00129 \cdot z_3^2 - 0,217 \cdot z_1 \cdot z_2 - 0,000075 \cdot z_1 \cdot z_3 + 2,175 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad (3.2)$$

В таблице 4 приведены результаты сравнения результатов эксперимента и расчета по полученной математической модели, показывающие высокую точность модели.

Таблица 4. Результаты расчета по математической модели

№ опыта	Үэкс	Үрасч	Үэкс-Үрас	Относительная ошибка в %
1	21,000	21,270	-0,270	-1,285
2	11,600	11,530	0,070	0,603
3	18,000	18,480	-0,480	-2,666
4	16,000	15,900	0,100	0,625
5	25,000	24,500	0,500	2,000
6	14,000	13,680	0,320	2,285
7	12,000	11,740	0,260	2,166
8	11,000	10,630	0,370	3,363
9	22,000	21,600	0,400	1,818
10	12,000	12,420	-0,420	-3,500
11	19,000	19,860	-0,860	-4,526
12	13,000	12,550	0,450	3,461
13	18,000	18,050	-0,050	-0,277
14	15,000	15,250	-0,250	-1,666
15	17,000	16,610	0,390	2,294
16	16,000	16,610	-0,610	-3,812
17	17,300	16,610	0,690	3,988
18	16,000	16,610	-0,610	-3,812
19	17,400	16,610	0,790	4,540
20	16,000	16,610	-0,610	-3,812
Суммарная относительная ошибка в %				1,786

На рисунке 1 показан график сравнения экспериментальных данных с расчетными данными. На рисунке 2 показаны графики зависимости ошибок аппроксимации от номеров опытов.

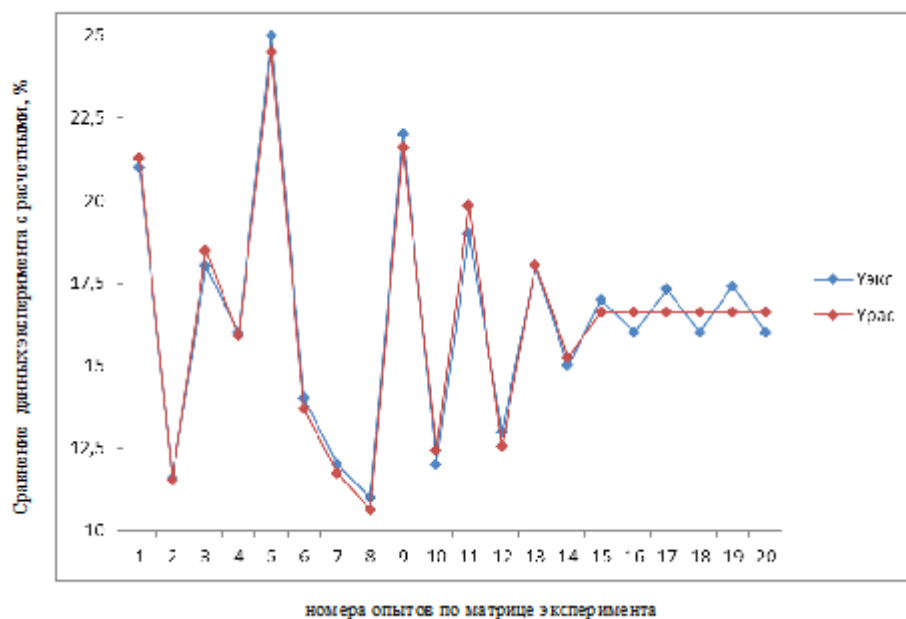


Рис. 1. График сравнения экспериментальных данных с расчетными



Рис. 2. График зависимости ошибок аппроксимации от номеров опытов

На основе полученной математической модели с использование пакета программы Mathcad-14 [59] построен график влияния расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси или же как ее еще называют удобоукладываемостью бетонной смеси, приведенный на рисунке 3, где температура составила 18 °С.

С точки зрения экономики и технологии необходимо выбрать такие оптимальные реологические и технологические показатели и факторы при получении бетонной смеси как температура, расход цемента и водоцементное соотношение (В/Ц), которые минимально использовались бы, но при этом позволяли достигать необходимой удобоукладываемости бетонной смеси, т.е. осадки конуса (ОК). В связи с этим необходимо отметить, что согласно межгосударственному ГОСТу 7473-2010 [1] в зависимости от осадки конуса различают малоподвижные (пластичные) бетонные смеси (1-4 см), умеренно подвижные (5-9 см), подвижные (10-15 см), очень подвижные (16-20 см), литые (21 см и более).

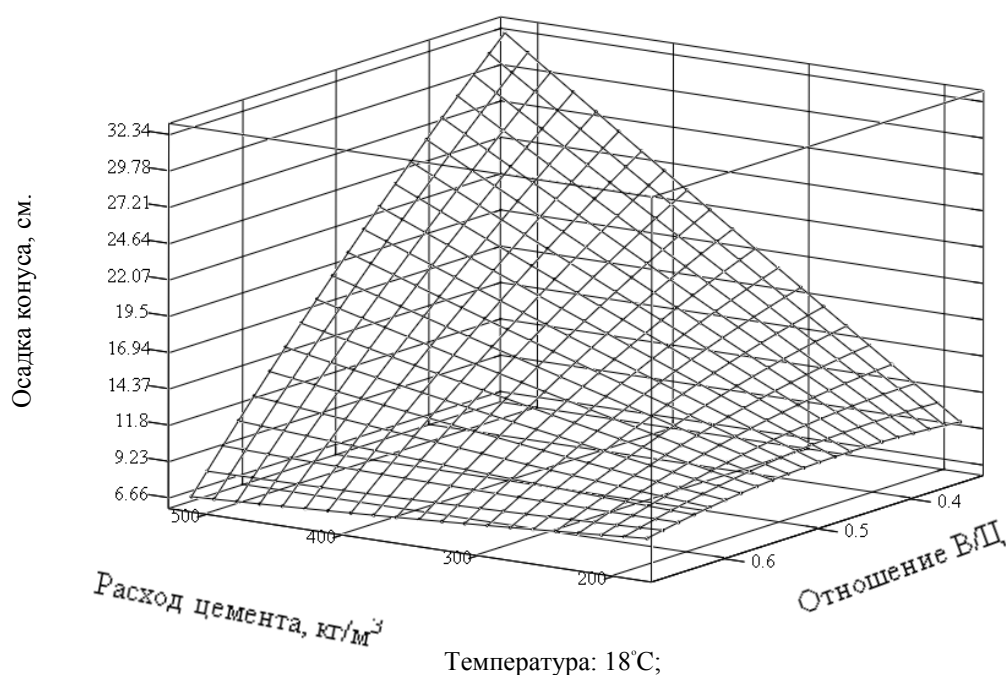


Рис.3. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

Таким образом, согласно приведенному выше ГОСТу оптимальными параметрами осадки конуса является интервал от 10 до 15 см., так как малоподвижные и умеренноподвижные (от 1 до 9 см) требуют утомительного штыкования или энергоемкой виброукладки. Казалось бы, очевидным решением будет производить только и исключительно смеси высокой подвижности (16-21 см. и выше): ведь они прекрасно льются, не требуют утомительного штыкования или энергоемкой виброукладки но иногда избыточная подвижность достаточно вредна. Например, слишком подвижная смесь будет выливаться через щели дощатой опалубки или же при укладке на подсыпку из щебня подвижный бетон не останется на ее поверхности, а уйдет внутрь.

Для определения границ оптимальной осадки конуса состава бетонной смеси были выполнены вертикальные сечения поверхности, с получением изолиний значения осадки конуса с шагом в 5 %, с проекцией линий на горизонтальную плоскость. Полученные результаты приведены на рисунке 4, из которого следует, что при температуре 18 °С возможно получение оптимальных значений осадки конуса в области АБВГДЕ при В/Ц от 0,365 до 0,525 с расходом цемента в интервале 182-260 кг/м³.

При повышении температуры до 25°С график влияния расхода цемента, и водоцементного отношения (В/Ц), на форму поверхности отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси приведен на рисунке 5. Вертикальные сечения поверхности, с получением изолиний значения осадки конуса с шагом в 5 %, с проекцией линий на горизонтальную плоскость приведены на рисунке 6., из которого следует, что при температуре 25 °С возможно получение оптимальных значений осадки конуса в области ЖЗИКЛМ при В/Ц от 0,44 до 0,668 с расходом цемента в интервале 210-290-518 кг/м³.

С увеличением температуры до 35°С график влияния расхода цемента, и водоцементного отношения (В/Ц), на форму поверхности отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси приведен на рисунке 7.



Рис. 4. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму изолиний значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

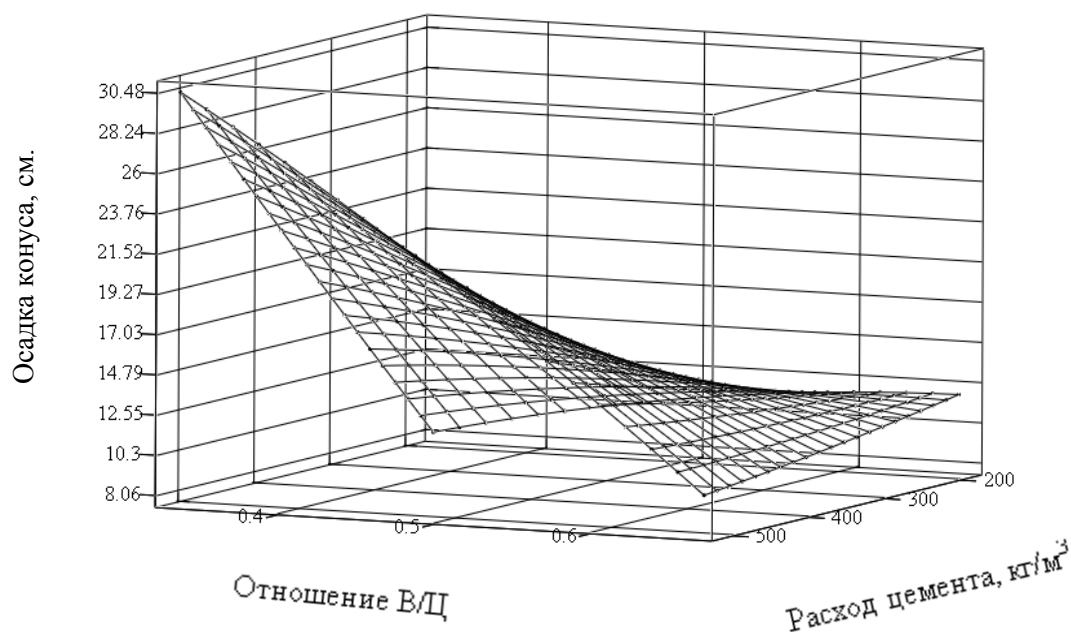
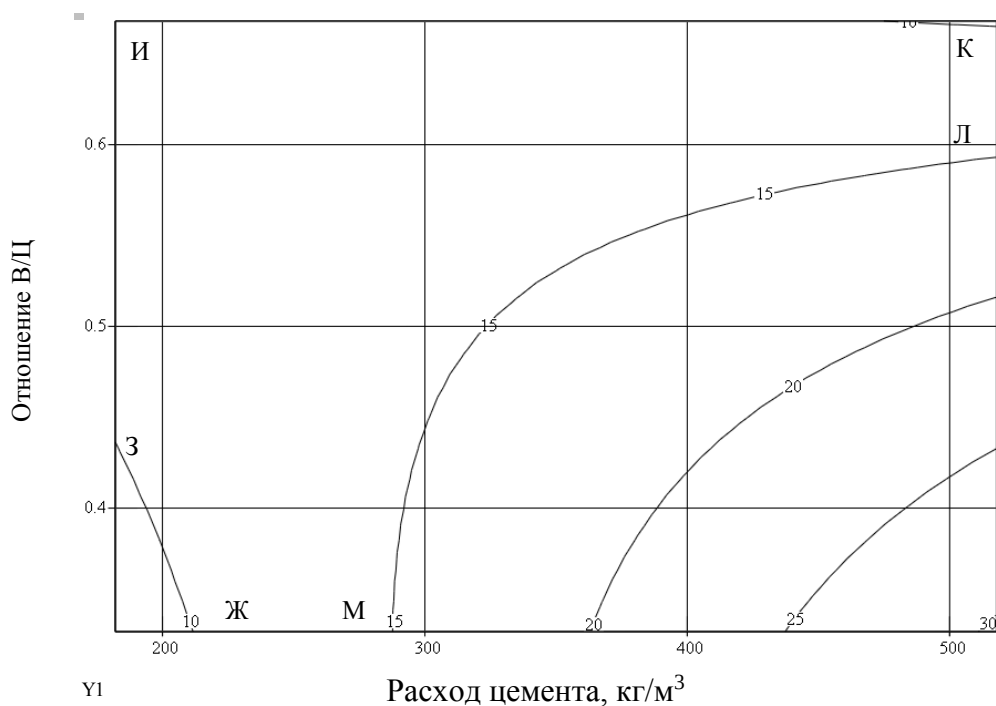


Рис. 5. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси



Цифры на линиях - значение ОК (см) бетонной смеси
Температура: 25°C;

Рис. 6. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму изолиний значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

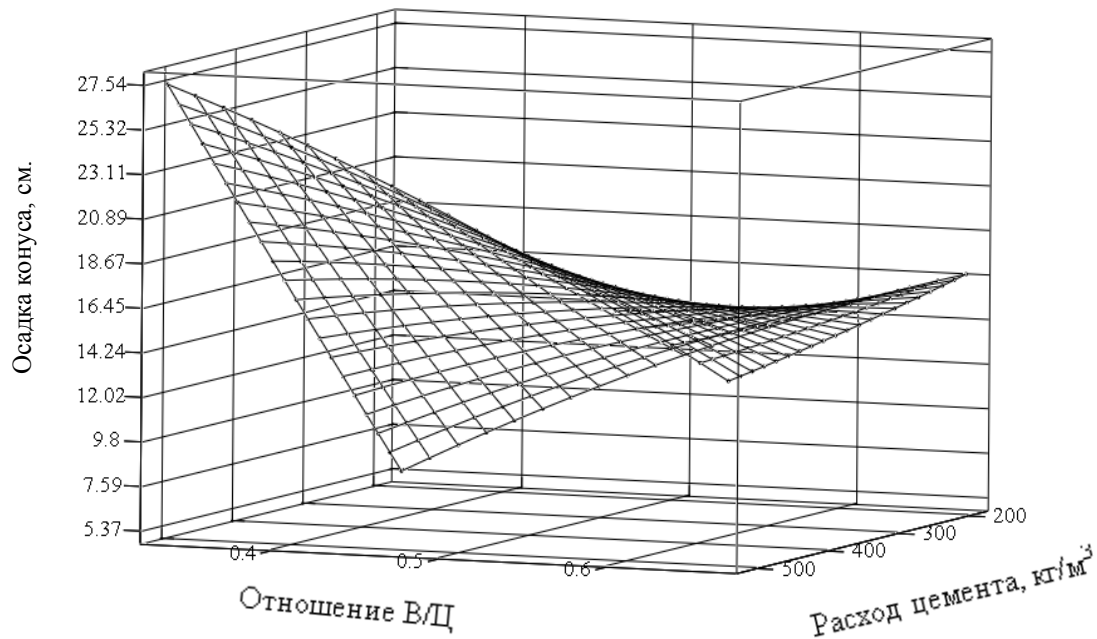
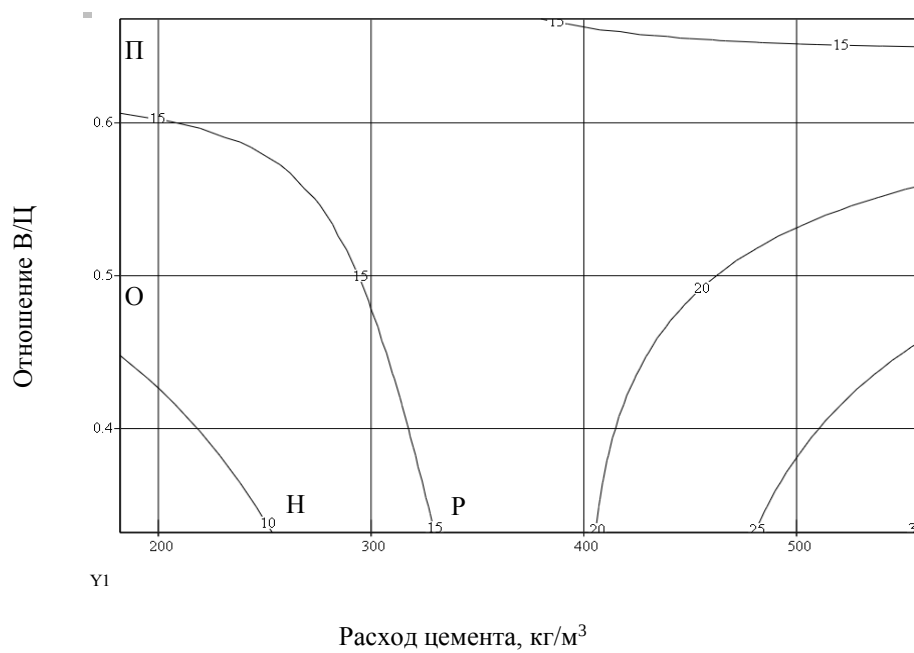


Рис. 7. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси



Цифры на линиях - значение ОК (см) бетонной смеси
Температура: 35°C;

Рис. 8. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму изолиний значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

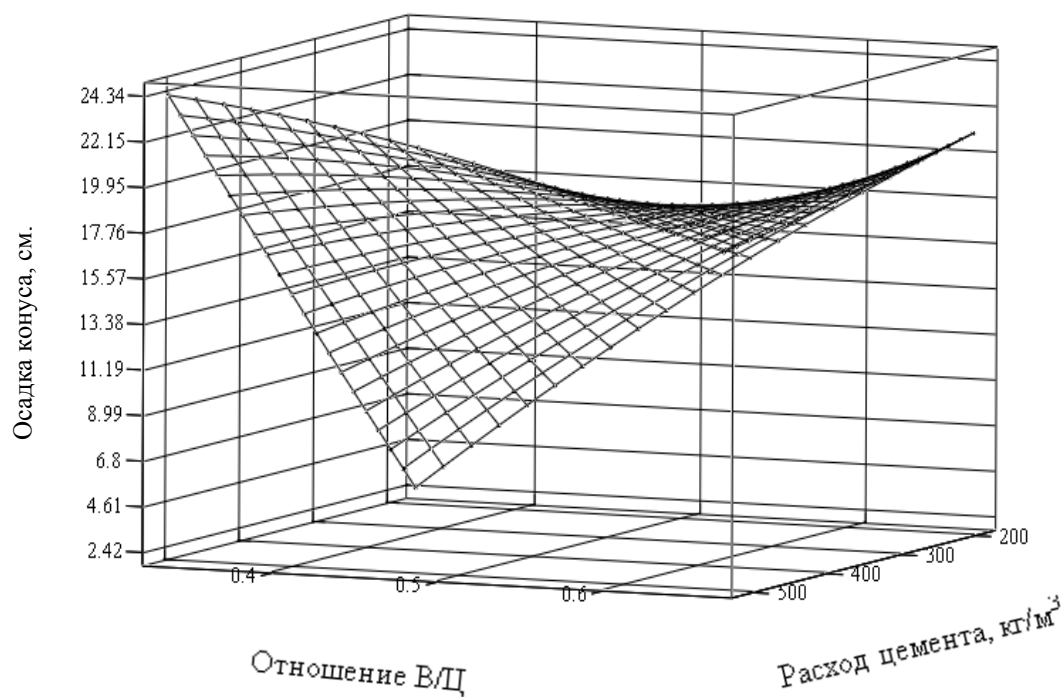
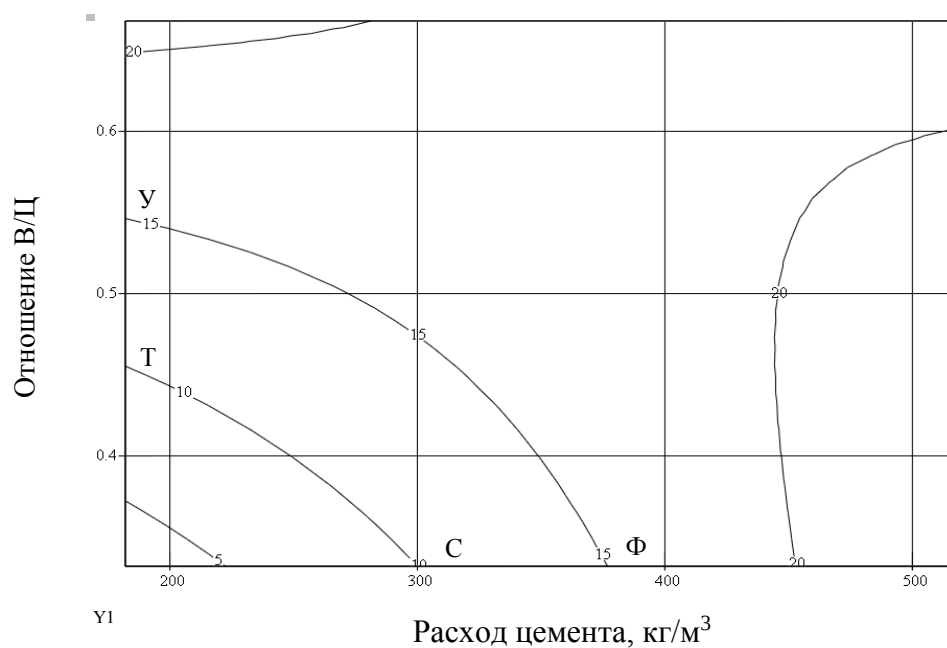


Рис. 9. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси



Цифры на линиях - значение ОК (см) бетонной смеси
Температура: 45°C;

Рис. 10. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму изолиний значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

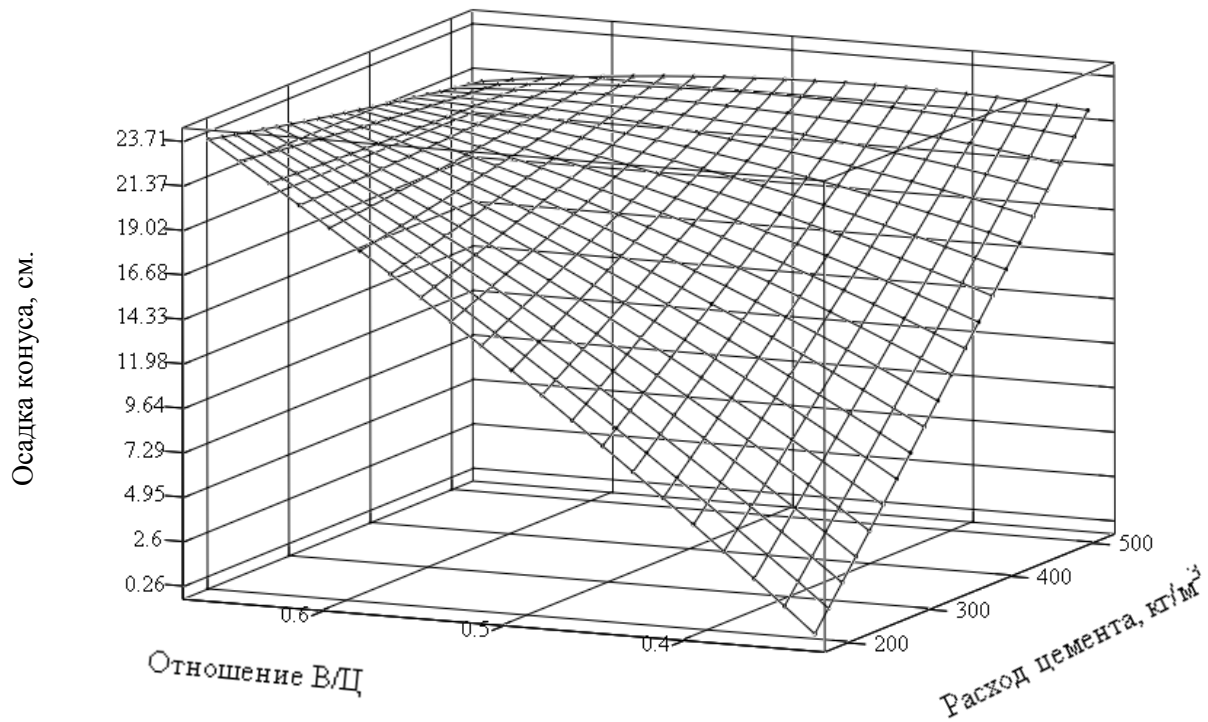


Рис. 11. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

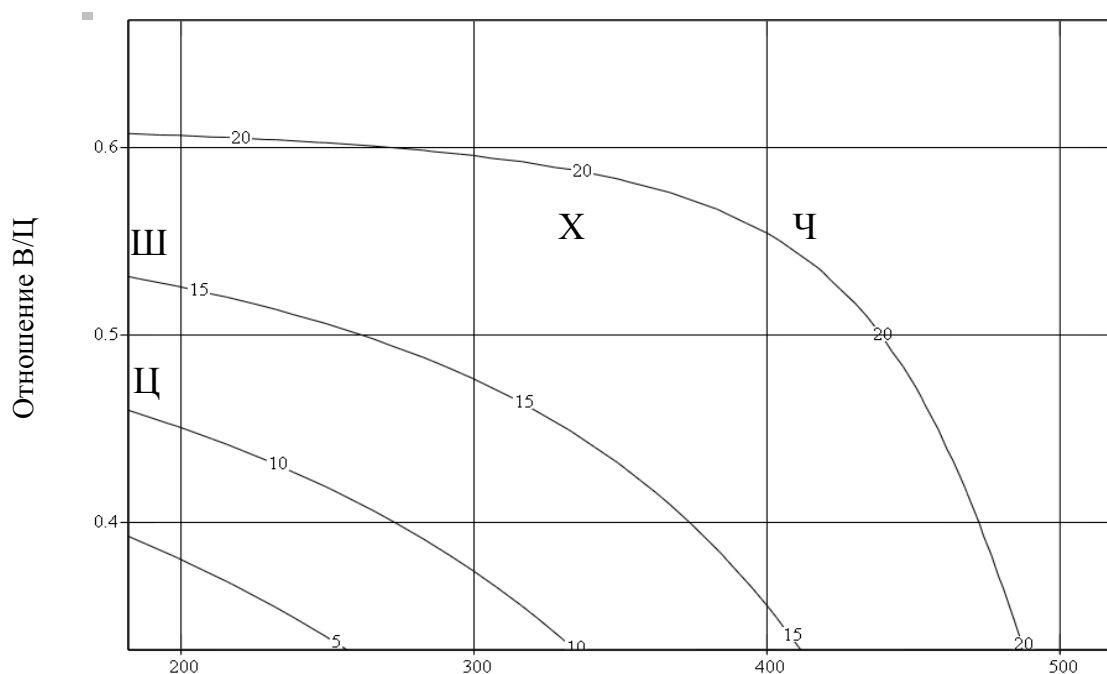


Рис. 12. Влияние расхода цемента, температуры и водоцементного отношения (В/Ц), на форму изолиний значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси

Вертикальные сечения поверхности, с получением изолиний значения осадки конуса с шагом в 5 %, с проекцией линий на горизонтальную плоскость приведены на рисунке 8, из которого следует, что при температуре 35°C возможно получение оптимальных значений осадки конуса в области НОПР при В/Ц от 0,45 до 0,62 с расходом цемента в интервале 250-330кг/м³.

График влияния расхода цемента, и водоцементного отношения (В/Ц), на форму поверхности отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси с дальнейшим повышением температуры до 45°C приведен на рисунке 9. Вертикальные сечения поверхности, с получением изолиний значения осадки конуса с шагом в 5 %, с проекцией линий на горизонтальную плоскость приведены на рисунке 10, из которого следует, что при температуре 45°C возможно получение оптимальных значений осадки конуса бетонной смеси в области СТУФ при В/Ц от 0,46 до 0,54 с расходом цемента в интервале 300-380кг/м³.

С максимальным экспериментальным увеличением температуры до 52°C график влияния расхода цемента, и водоцементного отношения (В/Ц), на форму поверхности отклика значения осадки конуса (ОК) бетонной смеси приведен на рисунке 11. Вертикальные сечения поверхности, с получением изолиний значения осадки конуса с шагом в 5 %, с проекцией линий на горизонтальную плоскость приведены на рисунке 12, из которого следует, что при температуре 52°C возможно получение оптимальных значений осадки конуса в области ХЦШЧ при В/Ц от 0,46 до 0,53 с расходом цемента в интервале 330-410кг/м³.

Таким образом, на основании проведенного математического моделирования можно сделать следующие выводы:

- критерий Фишера подтвердил адекватность математической модели;
- согласно критерию Стьюдента 8 из 10 коэффициентов математической модели оказались значимыми;
- суммарная относительная ошибка планирования экспериментальных данных с расчетными составила не более 1,79 что говорит о высокой достоверности модели;
- основании полученных данных математического моделирования в зависимости от температуры, расхода цемента и водоцементного отношения получены уравнения регрессии осадки конуса бетонной смеси в кодированном

$Y(ок) = 16,61 + 2,94 \cdot x_1 + 1,80 \cdot x_2 + 0,70 \cdot x_3 - 0,30 \cdot x_2^2 - 0,12 \cdot x_3^2 + 2,17 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,17 \cdot x_2 \cdot x_3$ и натуральном $Y(ок) = -4,08 + 0,13 \cdot z_1 + 27,38 \cdot z_2 - 0,90 \cdot z_3 + 0,000009 \cdot z_1^2 - 30,69 \cdot z_2^2 - 0,00129 \cdot z_3^2 - 0,217 \cdot z_1 \cdot z_2 - 0,000075 \cdot z_1 \cdot z_3 + 2,175 \cdot z_2 \cdot z_3$ видах;

- осадка конуса, получаемой бетонной смеси обладает значениями 10-15 см (подвижные бетонные смеси), что соответствует требованиям межгосударственного ГОСТа 7473-2010.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е издание, перераб. и дополненное.- М.: Высшая школа, 1985. -327с.
- [2] Маркова Е.В., Адлер Ю.П., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. -280с.
- [3] Рузинов Л.П., Статистические методы оптимизации химических процессов.- М.: Химия, 1972.
- [4] Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии.-М.: Химия, 1980.
- [5] Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия БХВ-Санкт-Петербург, 2009. - 512 с.
- [6] ГОСТ 7473-2010 Межгосударственный стандарт. Смеси бетонные. Технические условия.

Серикбаев Б. Е., Колесников А.С., Жакипбаев Б.Е., Кочеров Е.Н., Естауова А.А., Колесникова О.Г.

М600 маркалы цемент негізіндегі бетон қоспасының конусының шөгуін математикалық модельдеу.

Түйіндемe. Жұмыста бетон қоспасының конусының шөгуінің оңтайлы параметрлер анықтау бойынша эксперименттер нәтижелері көрсетілген. Зерттелген процестердің оңтайлы жағдайлардың анықтау үшін математикалық модельдеу көмегімен экспериментті жоспарлардың статистикалық әдісі қолданылады. Цемент шығыны, су-цемент қатынасы және температураға байланысты зерттеу кезінде алынған негізінде бетон қоспасының конусының шөгуінің регрессиялық теңдеулері кодталған және табиғи түрде алынған.

Кілтті сөздер: конустың шөгуі, бетон қоспасы «су-цемент» қатынасы, математикалық модельдеу, регрессия теңдеуі.

Serikbaev B.E., Kolesnikov A.S., Zhakipbayev B. E., Kocherov E. N., Estauova A. S., Kolesnikova O. G.
Mathematical modeling of precipitation cone concrete mix based on cement M600

Summary. In the work experiments were performed to determine the optimal parameters of precipitation cone concrete mix. With the aim of finding optimal conditions for the processes under study we used the statistical method of experiment planning with the help of mathematical modeling. On the basis of these studies, depending on the consumption of cement, water cement ratio and temperature was obtained the regression equation precipitation cone concrete mix in coded and natural types.

Key words: slump, concrete mix, water-cement ratio, mathematical modeling, regression equation.

УДК 661.842.532

Т. М. Худякова, Е.В. Гаспарян, А. С. Колесников

(РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова»

Шымкент, Республика Казахстан, e'mail: tatmukgu@mail.ru, kas164@yandex.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В настоящей работе приведены результаты исследований получения композиционного вяжущего из природного и минерального сырья. В частности, рассмотрены вопросы по вовлечению и переработки фосфогипса, гранулированного фосфорного шлака и хвостов обогащения кентауской обогатительной фабрики, приведены их физико-химические исследования, определен их компонентный состав. На основе проведенных исследований разработаны композиции гипсосодержащих водостойких вяжущих марки 200 - 300 на основе фосфогипса, гранулированного фосфорного шлака и обожженных при 900-950°C отходов обогащения полиметаллических руд.

Ключевые слова: фосфогипс, отходы обогащения, композиционное вяжущее, техногенное и минеральное сырье.

Сегодня вопросы экологии, ресурсо- и энерго- сбережения выходят на первый план. Непрерывно возрастающая потребность в вяжущих веществах различной природы требует более полного использования таких резервов минерального сырья, к которым относятся отходы промышленности.

Несмотря на очевидную эффективность широкого вовлечения различных видов техногенного минерального сырья для производства композиционных вяжущих материалов эта проблема остается нерешенной, что связано со спецификой их физико-химических свойств и наличием в их составе нежелательных примесей. Это предопределяет необходимость проведения дальнейших исследований и развитие теоретических и технологических аспектов комплексного использования техногенного и природного минерального сырья для получения высокоэффективных композиционных вяжущих материалов.

В настоящее время большое число исследований посвящено вопросам получения гипсовых вяжущих из гипсосодержащих отходов различных производств. Одним из таких отходов является фосфогипс- многотоннажный отход производства экстракционной фосфорной кислоты [1].

Целью исследований явилось создание композиционных гипсовых вяжущих материалов, обеспечивающих увеличение прочности, повышение водостойкости по сравнению с гипсовыми вяжущими и разработке на их основе изделий, не требующих тепловой обработки и обеспечивающих снижение энергозатрат, себестоимости и металлоемкости.

Для получения композиционных гипсовых вяжущих веществ в работе использовался фосфогипс, образующийся при производстве минеральных удобрений.

Химический состав фосфогипса различных предприятий фактически одинаковый, различие в количестве содержащихся примесей, который зависит от минерального состава исходного сырья и особенностей технологического процесса экстракции. Общее количество примесей не превышает 6%. По содержанию сульфата кальция фосфогипс относится к гипсовому сырью второго сорта.

Существующие технические условия ТУ 6-08-219-71 ограничивают содержание в фосфогипсе фосфорной кислоты и ее солей в пересчете на P_2O_5 – 1,5% и фтора до 0,8%. Однако некоторые отклонения от технологического режима приводят к выходу фосфогипса с ненормативным содержанием кислых примесей. Низкий уровень утилизации фосфогипса объясняется особенностями физико-механических и физико-химических свойств фосфогипса. Гигроскопичность, наличие свободных

кислот, смерзаемость, склонность к налипанию затрудняют его хранение, складирование и транспортирование при промышленной переработке. Имеющиеся запасы отхода фосфогипса составляют более 200 млн. т и увеличиваются ежегодно, а доля его утилизации не превышает 10%. Количество отходов в ближайшие годы будет соизмеримо с добычей и потреблением природного гипсового сырья [2,3].

В Казахстане ориентировочное количество фосфогипса, находящегося в отвалах Таразского филиала ТОО «Казфосфат- Минеральные удобрения» составляет примерно 7 млн тонн [3]. Несмотря на достаточно большое количество разработок по получению из фосфогипса различной продукции, фосфогипс Таразского филиала ТОО «Казфосфат- Минеральные удобрения» в настоящее время не перерабатывается.

Проблемы утилизации фосфогипса становятся все более актуальными по многим причинам, т.к. транспортирование фосфогипса в отвалы и его хранение связано с большими капитальными затратами [4]:

1. капитальные вложения составляют примерно 12% от средней удельной стоимости сооружения собственно производства экстракционной фосфорной кислоты (за рубежом - 11%) и значительно увеличиваются при переходе на гидротранспортирование фосфогипса;

2. эксплуатационные затраты составляют 17,6% от средней себестоимости переработки сырья (в США затраты на удаление фосфогипса достигают 27 \$ на 1.т P_2O_5) [5];

3. для создания отвалов фосфогипса приходится отчуждать большие площади, включая обрабатываемые земли;

4. хранение фосфогипса в отвалах, даже при нейтрализации растворимых примесей в нем и правильной эксплуатации отвалов, наносят большой вред окружающей среде

Фосфатное сырье содержит наряду с фторфосфатом кальция следующие примеси: кремнезем, силикаты, карбонаты, оксиды железа, алюминия, магния, редкоземельные элементы. Часть этих примесей и часть пентаоксида фосфора остаются в составе фосфогипса и влияют на его дальнейшую переработку [2].

Вопросами исследования и использования фосфогипса посвящены многочисленные работы исследователей. Ученые П.П. Будников, С.М. Рояк, П.Ф. Гордашевский, Е.З. Огнянова, П.В. Классен, Т.А. Атакузиев, М.А. Ахмедов, Ф.М. Мирзаев и др. [1-5] внесли большой вклад в изучение свойств фосфогипса и технологию получения из него портландцемента и серной кислоты, сернокислого аммония, смешанных гидравлических, фосфоангидридных вяжущих, местных строительных материалов и изделий на их основе, а также использование его как минерализатора процесса обжига клинкера.

Зарубежные исследователи К. Мураками, Т. Ямагучи, В. Кобаяси и др. [6] уделяли внимание повышению качества фосфогипса, изучению его состава с помощью различных методов, проверке минерализующего действия, получению известково-гипсовых вяжущих из фосфогипса.

Анализ опубликованных работ показывает, что утилизация фосфогипса возможна в следующих основных направлениях:

1. для производства гипсовых вяжущих;
2. в цементной промышленности - в качестве минерализатора при обжиге, добавки к цементному клинкеру при помоле цемента;
3. для производства одновременно серной кислоты и цемента или извести;
4. в сельском хозяйстве для химической мелиорации солонцовых почв вместо природного гипса;

Из всех возможных направлений наиболее экономически целесообразным является переработка на гипсовые вяжущие и изделия.

Имеется большое количество работ, посвященных исследованию возможности переработки фосфогипса в гипсовые вяжущие которые можно условно разделить на три направления:

1. использование фосфогипса в качестве сырья для производства гипсовых вяжущих α и β - модификаций;
2. производство строительных изделий из фосфогипса, минуя стадию переработки его в гипсовое вяжущее;
3. применение в качестве добавки и наполнителя в смешанных вяжущих.

Из-за низкой водостойкости гипсовых вяжущих область применения изделий из них в строительстве ограничивается изготовлением ненесущих конструктивных элементов - перегородочных панелей и блоков декоративных, акустических, облицовочных плит и т.д. Даже повышенная прочность

гипсовых вяжущих марки 300 и выше (в том числе и получаемых из отходов) повышения их водостойкости не гарантируют долговечности несущих конструкций в эксплуатационных условиях в силу развития в них при увлажнении необратимых деформаций ползучести [7].

Изделия из гипса обладают низкой водостойкостью вследствие высокой растворимости его в воде. При увлажнении гипса связь между его кристаллами ослабевает и прочность резко падает. Не исключено, что основной причиной снижения прочности гипсовых образцов при увлажнении является адсорбция влаги на внутренней поверхности микрощелей, способствующая расклинивающему действию водных пленок, разъединяющих отдельные микроэлементы его кристаллической структуры [7].

В настоящих исследованиях рассматривается двухводный фосфогипс и гипс в качестве активного компонента системы, модифицированной комплексом химических и минеральных добавок, таких как отходы обогащения полиметаллических руд (CaO , MgO , BaSO_4 , CaCO_3) и молотый шлак электротермофосфорного производства.

В исследованиях применяли фосфогипс-дигидрат - отход производства экстракционной фосфорной кислоты ТОО «Казфосфат – Минеральные удобрения» (г. Тараз), получаемый путем сернокислотного разложения Каратауского фосфоритового концентрата по дегидратной технологии. Фосфогипс в высушенном состоянии представляет собой мелкодисперсный порошок, в котором преобладают частицы величиной от 20 до 200 мкм; РН средней пробы фосфогипса колеблется от 2,7 до 3,5. Плотность составляет от 2,3 до 2,56 г/см³, удельная поверхность, определяемая методом воздухопроницаемости равна 336 м²/кг. Химический состав представлен оксидами, мас. %: CaO -31,5; SO_3 -42,3; SiO_2 -6,7; Al_2O_3 -0,4; Fe_2O_3 -0,1; H_2O -18,1; P_2O_5 -1,1; F-0,1. Соотношение SO_3/CaO составило 1,343.

На рисунках 1-3 представлены рентгенограмма, ИК-спектры и термограмма фосфогипса.

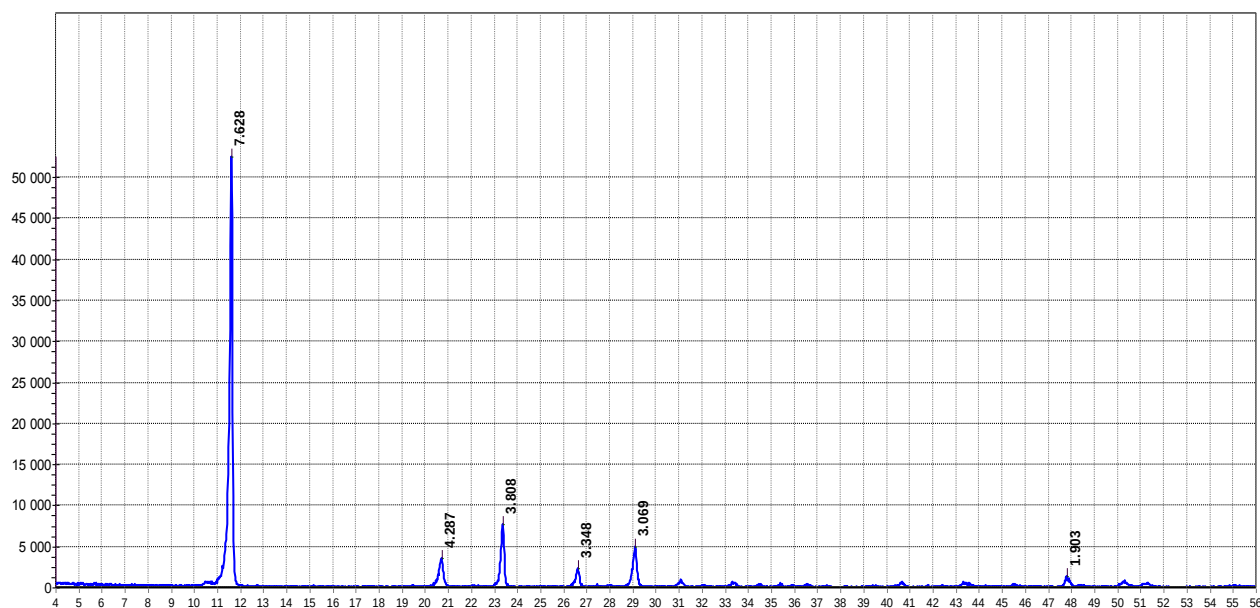


Рис. 1. Рентгенограмма фосфогипса

Из рентгенофазового и ИК-спектроскопического анализов фосфогипса следует, что основной и преобладающей фазой является двухводный гипс, наличие которого подтверждается характерными линиями на дифрактограмме ($d = 7,63; 4,29; 3,77; 3,06; 2,87; 2,08; 1,67; 1,62 \text{ \AA}$) и полосами поглощения на ИК-спектре (3600; 3558; 3440; 3270; 1720 - 1640; 1160 - 1130; 675 - 670 и 618 см⁻¹).

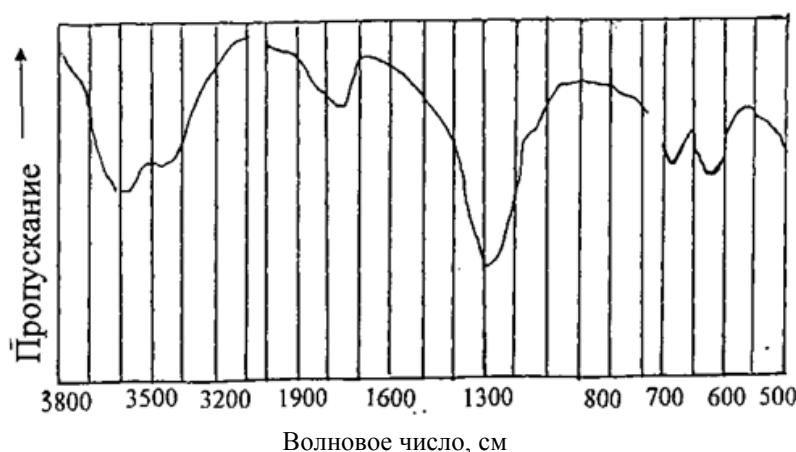


Рис. 2. ИК-спектры фосфогипса

Отходы обогащения полиметаллических руд- карбонатно- бариевые «хвосты» представляют собой тонкоизмельченный продукт, не требующий дополнительного помола перед использованием.

Гранулометрический состав отходов: зерна размером менее 85 мкм составляют 25-30%, 25-85 мкм -55-65%, и крупнее 200 мкм-10-15%. Основными минералами, входящими в состав «хвостов», являются: 50-56%; известняк 10-15%; барит 10-20%; глинистые вещества 5-8%; рудные минералы 2-3% [8].

Для определения минералогического состава отходов обогащения полиметаллических руд был выполнен рентгенофазовый анализ, результаты которого представлены на рисунке 4.



Рис. 3. Дериватограмма фосфогипса

На рентгенограмме «хвостов» идентифицируются отражения, принадлежащие: доломиту $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - ($d/n=2,898$; 2,730; 2,199; 2,02; 1,807), - кальциту CaCO_3 – ($d/n=3,033$; 2,021; 1,912; 1,873); бариту BaSO_4 - ($d/n=3,56$; 2,100), - кварцу SiO_2 - ($d/n=4,281$; 3,357; 2,467; 2,284; 1,671).

Химический состав отходов обогащения полиметаллических руд АО «Ачполиметалл» характеризуется стабильностью состава и представлен в таблице 1.

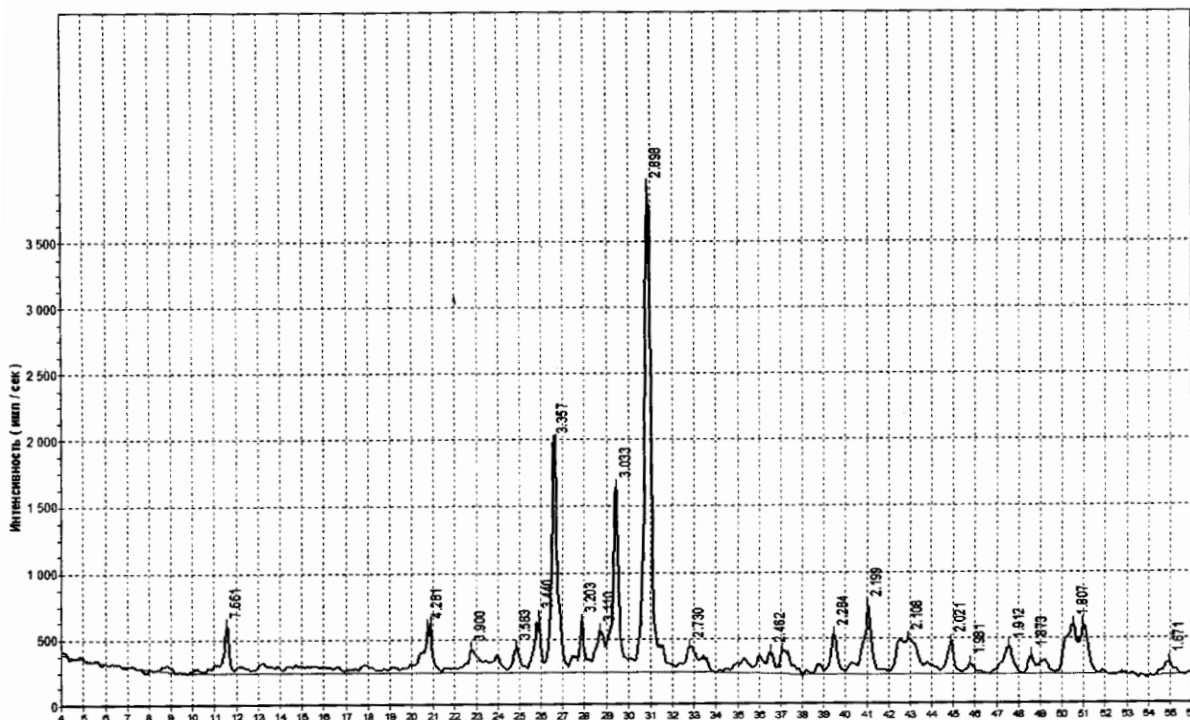


Рис. 4. Рентгенограмма отходов обогащения полиметаллических руд АО «Ачполиметалл»

Таблица 1. Химический состав отходов обогащения полиметаллических руд АО «Ачполиметалл»

Содержание оксидов, мас. %										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	BaSO ₄	FeS ₂	PbSO ₄	PbCO ₃	PbS	ппп
4,34-6,0	0,98-1,2	2,86-3,5	27,79-29,0	14,45-16,3	12,7-14,0	1,39-1,5	0,03-0,05	0,09-1,2	0,14-0,2	35,25-37,0

В отходах полиметаллических руд присутствуют также каталитические и модифицирующие элементы, мас. %: Zn- 0,01-0,05; Cu – 0,002-0,004; Ti -0,03-0,05 и Cd 0,002-0,003.

Низкая активность радионуклидов (53-55Бк/кг), отсутствие токсичных выделений, малая летучесть тяжелых металлов свидетельствует о радиационно- экологической безопасности используемых отходов [8].

Электротермофосфорный шлак – продукт, получаемый при производстве фосфора методом возгонки в электропечах и обрабатываемый в мелкозернистое состояние путем быстрого охлаждения на припечной грануляционной установке. В гранулированном виде электротермофосфорные шлаки содержат 95-98% стекла. Кристаллическая фаза представлена кальцитом, кварцем и волластонитом. Химический состав достаточно постоянен и представлен мас.: 40-43% SiO₂, 42-43% CaO, 1-3% Al₂O₃, 0,9-1,0% Fe₂O₃, 3,0-4,0% MgO, 0,2-1,4% SO₃, 2,0-3,0% F, 0,9-3,0% P₂O₅.

Для подтверждения химико- минералогического состава электротермофосфорного шлака был проведен рентгенофазовый анализ из результатов которого следует, что он представлен кварцем (d/n= 3,343;1,813;2,458), псевдоволластонитом (d/n= 3,88; 3,30; 1,471) и кальцитом (d/n= 3,03).

Вязущие готовили следующим образом: совместно измельчали гранулированный фосфорный шлак, обожженные карбонато-бариевые хвосты и фосфогипс. Из полученного вязущего изготавливали образцы (балочки 4x4x16см) при водовязущем отношении 0,4. Необходимое количество образцов подвергали твердению в воде в течение 28 суток и пропаривали при температуре 95°C по режиму 2-9-2 часа (таблица 2) [9].

Таблица 2. Компонентный состав и свойства фосфогипсодержащего вяжущего гидротермального твердения.

Состав	Компоненты мас., %			Активность вяжущего, МПа			
	Гранулированный фосфорный шлак	Фосфогипс двухводный	Обожженные «хвосты» $t_{обж}=900^{\circ}\text{C}$	пропаривание		твердение водное	
				$R_{из}$	$R_{сж}$	$R_{из}$	$R_{сж}$
1	50	20	30	5,3	27,9	5,6	28,5
2	60	15	25	5,5	29,9	5,1	24,3
3	65	20	15	5,6	31,1	4,5	24,0

Также были изготовлены образцы из вяжущего, включающего гранулированный фосфорный шлак, двухводный гипс, обожженные карбонато-бариевые хвосты (таблица 3).

Таблица 3. Компонентный состав и свойства гипсодержащего вяжущего.

Состав	Компоненты, мас. %			Активность вяжущего, МПа					
	Гранулированный фосфорный шлак	Фосфогипс двухводный	Обожженные «хвосты» $t_{обж}=900^{\circ}\text{C}$	$R_{из}$			$R_{сж}$		
				28 сут	3 мес	6 мес	28 сут	3 мес	6 мес
1	25	55	20	6,0	6,8	7,2	23,2	25,1	26,7
2	15	55	30	5,8	6,6	6,8	19,7	21,5	23,0
3	30	35	35	5,2	6,0	6,3	19,8	21,3	22,0
4	35	35	10	4,2	4,95	5,8	18,7	19,1	21,2

В таблице 4 приведены результаты физико-механических испытаний образцов из вяжущего, где гипс заменен на фосфогипс [10].

Известно, что твердение гипсового безобжигового вяжущего происходит благодаря тому, что тонкоизмельченный гипс обладает способностью перекристаллизации вследствие образования перенасыщенных растворов. Чем тоньше измельчен гипс, тем полнее протекает процесс его перекристаллизации.

П.П. Будниковым предложен шлаковый бесклинкерный цемент, получаемый совместным помолом шлака с сульфатом кальция и обожженным доломитом [11]. Наиболее интенсивно твердение таких цементов происходит при определенной концентрации СаО. Для основных шлаков она составляет 0,4 - 0,5 г/л. При увеличении содержания СаО возможно так называемое «гипсовое разбухание» из-за запоздалого образования гидросульфатоалюмината кальция. Поэтому в шлаковом бесклинкерном цементе в качестве щелочного возбуждителя основных шлаков применяют доломит, обожженный при температуре 800- 900 °С, т.е. с неполным разложением CaCO_3 , а в кислых шлаках обожженный при 1000 - 1100 °С т.е. с полным разложением CaCO_3 .

Таблица 4. Компонентный состав и свойства фосфогипсодержащего вяжущего.

Состав	Компоненты, мас. %			Активность вяжущего, МПа					
	Гранулированный фосфорный шлак	Фосфогипс двухводный	Обожженные «хвосты» $t_{обж}=900^{\circ}\text{C}$	$R_{из}$			$R_{сж}$		
				28 сут	3 мес	6 мес	28 сут	3 мес	6 мес
1	25	55	20	6,6	7,3	7,5	24,1	25,9	28,3
2	15	55	30	6,0	6,8	7,1	21,5	23,9	25,6
3	30	35	35	5,7	6,2	6,6	21,9	22,5	23,2
4	35	35	10	5,0	5,6	6,2	19,5	21,3	22,4

В выполняемых исследованиях отходы обогащения полиметаллических руд, содержащие 55 - 60% доломита обжигались при температуре 900 - 950°С. Оксиды кальция и магния, находящиеся в составе обожженных отходов обогащения полиметаллических руд, выполняют роль химических до-

бавок, повышая pH среды в процессе гидратации композиционных вяжущих, а также нейтрализуют примеси кислот в фосфогипсе, переводя их в безвредные, труднорастворимые соли типа гидроксилпатита и фторида кальция, что согласуется с данными Д.Р. Ван Везера [12].

Анализ технической литературы свидетельствует о целесообразности сочетания каустического магнезита с сульфатом кальция [8,12,13].

В работе А. Я. Вайвада [14] отмечено увеличение степени гидратации MgO в присутствии двухводного гипса, который способствует также сцеплению частиц гидратов, уплотнению вновь образованного $Mg(OH)_2$ и его сцеплению с твердым остовом камня. Совместное присутствие каустического магнезита и фосфогипса в композиционном вяжущем обеспечивает повышение прочности и водостойкости композиции. Необходимо отметить, что с увеличением сроков твердения прочность образцов ($R_{из}$ и $R_{сж}$) увеличивается.

Возможность получения прочных структур из молотого природного гипсового камня и фосфогипса из дигидрата объясняется его перекристаллизацией после механической активации.

Перспектива промышленного внедрения предлагаемого композиционного вяжущего материала заключается в простоте изготовления, небольших капиталовложениях, использовании местных сырьевых материалов. Технология малоэнергоёмка, не требует больших производственных площадей и заключается в несложных основных переделах: транспортировка сырьевых материалов, дозирование, помол, низкотемпературный обжиг (карбонато-бариевые хвосты), формование, транспортировка изделий на склад готовой продукции.

Таким образом, на основе проведенных исследований разработаны композиции гипсосодержащих водостойких вяжущих марки 200 - 300 на основе фосфогипса, гранулированного фосфорного шлака и обожженных при 900-950°C отходов обогащения полиметаллических руд.

Повышение водостойкости гипсосодержащих вяжущих достигается тем, что оксиды кальция и магния, находящиеся в составе отходов обогащения полиметаллических руд, выполняют роль химических добавок, повышая pH среды в процессе гидратации композиционных вяжущих, а также нейтрализуют примеси кислот в фосфогипсе, переводя их в безвредные труднорастворимые соли типа гидроксилпатита и фторида кальция.

В присутствии двухводного гипса увеличивается степень гидратации MgO, который способствует укрупнению частиц гидратов и его сцеплению с твердым остовом камня.

Представленная технология комплексной переработки техногенных отходов позволит решить комплекс проблем Южно-Казахстанского региона экологического, социального и экономического характера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гордановский П.Ф., Долгорев А.В. Производство гипсовых вяжущих материалов из гипсосодержащих отходов. - М.: 1987.-105с.
- [2] Утилизация фосфогипса. //Обзорная информация. Сер. Фосфорная промышленность. -М.: НИИТЭХИМ, 1986.-58с.
- [3] Иваницкий В.В., Классен П.В.,Новиков А.А., Эвенчик С.Д. и др. Фосфогипс и его использование. - М.: Химия. 1990. - с.224.
- [4] Ахмедов М.А., Атакузиев Т.А. Фосфогипс. Исследования и применение.-Ташкент: Изд-во «ФАН», Узб.ССР, 1980. - с. 155.
- [5] Атакузиев Т.А., Мирзаев Ф.М., Сульфоминеральные цементы на основе фосфогипса. Изд-во «ФАН», Узб.ССР, 1979. - с. 149.
- [6] Мураками К. Материалы V Международного конгресса по химии цемента. Использование гипсовых отходов химических производств для изготовления портландцемента. - М.: 1979, С.466.
- [7] Карибаев К.К. Поверхностно – активные вещества в производстве вяжущих материалов. Алма-Ата, 1980.-336с.
- [8] Худякова Т.М., Вернер В.Ф., Гаспарян Е.В. Техногенные отходы – сырьевая база цементного производства // Наука и образование Южного Казахстана. – 2003. - №32. – С.185-188.
- [9] А.с. №767049. СССР. Вяжущее / Худякова Т.М., Лугинина И.Г., Шапошникова М.А.; опуб. 23.08.1981. Бюл.№31, -2с.
- [10] А.с. №1560502. СССР. Вяжущее / Худякова Т.М., Лугинина И.Г., Шапошникова М.А., Михайлова В.И.; опуб. 30.04.1990. Бюл.№36, -2с.
- [11] Будников П.П. Гипс. Изд-во АН СССР, 1933,-265с.
- [12] Ван-Везер Д.Р. Фосфор и его соединения. - М.: 1962.- 687с.
- [13] Огнянова Е.З., Лопатникова А.Я. Технологии и свойства специальных цементов.- М.:1967, -178с.
- [14] Вайвад А.Я., Гофман Б.Э., Карлсон К.П. Доломитовые вяжущие вещества. // А.Н. Латв. ССР, Рига:1958. - 260с.

Худякова Т. М., Гаспарян Е. В., Колесников А. С.

Табиғи және техногендік минералдық шикізатты композициялық байланыстырғыш заттар алу мүмкіндігі зерттеу

Түйіндеме. Осы жұмыста келтірілген зерттеулер нәтижелері алынған композициялық тұтқыр, табиғи және минералды шикізат. Атап айтқанда, мәселелер бойынша тарту және қайта өңдеу фосфогипс, түйіршіктелген фосфор шлак және байыту қалдықтарын кентау байыту фабрикасы келтірілген, олардың физикалық-химиялық зерттеулер, анықталған олардың компоненттік құрамы. Жүргізілген зерттеулер негізінде әзірленген композициялар гипсосодержащих суға төзімді тұтқыр маркалы 200 - 300 негізінде фосфогипс, түйіршіктелген фосфор шлак және күйдірілген кезде 900-950°C-қалдықтарды байыту полиметалл.

Түйін сөздер: фосфогипс, фосфорлы кож, байыту қалдықтары, композициялық тұтқыр, техногенді және минералды шикізат.

Khudyakova T. M., E. V. Gasparyan, A. S. Kolesnikov

Research opportunities composite binders from natural and technogenic mineral raw materials.

Summary. In the present work the results of investigations of producing composite binder of natural and mineral resources. In particular, the issues of involvement and processing of phosphogypsum, granulated phosphoric slag and tailings Kentau enrichment plant, given their physico-chemical studies and determined their composition. On the basis of studies developed composition water-resistant gypsum-containing binders grade 200 - 300 on the basis of phosphogypsum, granulated phosphorus slag, and calcined at 900-950°C tailings of polymetallic ores.

Key words: phosphogypsum, phosphoric slag, tailings, composite binders, technogenic and mineral raw materials.

УДК 666.943

Т. М. Худякова¹, В.Д. Барбанягр², Б. Т. Таймасов¹, А. С. Колесников¹

(¹РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова»

Шымкент, Республика Казахстан, e'mail: tatmukgu@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технический университете им. В.Г. Шухова»,
Российская Федерация, Белгород)

НИЗКООСНОВНЫЙ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЙ ЦЕМЕНТ: ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. В настоящей работе приведены результаты исследований по апробации способа кратковременного высокотемпературного легирования клинкера, позволяющего получить белитовый клинкер, который по прочностным показателям в ранние сроки твердения соответствует или превосходит промышленные алитовые клинкера с КН=0,92 и одновременно позволяет решать эколого-экономические проблемы цементного производства, в частности, в результате сокращаются выбросы CO₂ на 8% и NO_x в 1,5 раза и уменьшается отрицательное влияние производства цемента на экологическую обстановку.

Ключевые слова: сырьевая смесь, низкоосновный клинкер, кратковременное высокотемпературное легирование, отходы обогащения полиметаллических руд, пыль электрофильтров, белитовый клинкер.

Исследование и производство гидравлически активных энергоэкономичных цементов, особенно тех, которые изготовлены из клинкеров с высоким содержанием белита, снова становятся очень актуальными и перспективными, возможно это направление станет одним из основных в развитии мировой цементной промышленности.

Массовый выпуск энергоэкономичных цементов означал бы значительные снижения общих производственных затрат по сравнению с выпуском рядового портландцемента с высоким содержанием алита, а также уменьшения воздействия производства на окружающую среду. Пониженная на 180-300°C температура обжига низкоосновных цементов наряду с экономической выгодой способствует также сокращению выбросов CO₂ и NO_x. Выбросы CO₂ снижаются и за счет меньшего содержания СаО в низкоосновных клинкерах, благодаря которому при их производстве потребляется меньше СаСО₃. Кроме того сохраняются ресурсы высококачественных сырьевых материалов, прежде всего чистых известняков, поскольку можно использовать менее ценные природные минералы, с более низким содержанием СаСО₃ и, что особенно важно разнообразные побочные продукты и отходы других промышленных производств [1]. Наряду с энергетической выгодой повышается срок службы футеровки печей и их производительности на 5-7%.

Вместе с тем, известны и проблемы – пониженная в целом гидравлическая активность белита, особенно в начальные сроки твердения, а также пониженная размалываемость белитовых клинкеров.

Стремление повысить активность клинкера за счет активизации белитовой фазы приводит к необходимости сложных технических и технологических решений и поэтому до сих пор не реализовано.

Новейшим методом гидравлической активации белита является использование так называемой реакции «переплавления» [2], а также метод «зольгель» [3,4]. Такие методы могут быть реализованы только в условиях, лежащих вне возможностей, используемых в настоящее время, промышленных технологий.

Известны способы термической и химической активации клинкера [5-8]. Способы термической активации клинкера эффективны, но сопряжены со значительными капитальными затратами и не обеспечены технически. Химическая активация, реализуемая вводом добавок-модификаторов в сырьевую смесь оптимальна с позиций технологических и материальных возможностей цементного производства, требует дополнительных компонентов специального состава и недостаточно интенсифицирует начальные стадии гидратации цементов. Введение добавок в сырьевую смесь приводит к раннему образованию белита через низкотемпературную жидкую фазу. При дальнейшем подъеме температуры двухкальциевый силикат пассивируется и, следовательно, теряет часть гидравлической активности. Кроме того, при повышенном содержании именно тех модификаторов, которые фиксируют высокотемпературные формы, происходит блокировка образования алита, за счет повышения вязкости расплава и расширения температурной области существования свободного оксида кальция. Следовательно, необходимо использовать положительный эффект от введения добавки, а отрицательное влияние по возможности исключить.

Представляется целесообразным ввести модификатор после образования основной массы силикатов кальция. Необходимо, что бы в момент присадки добавки клинкерная система находилась в еще в активном состоянии, позволяющем осуществить внедрение элементов добавки в структуру клинкерных фаз, поэтому научный и практический интерес представляет исследование влияния присадки добавок-модификаторов к клинкеру в процессе обжига (термохимическая активация белита), что одновременно с модифицирующим воздействием добавок способно повысить неравномерность структуры клинкерных фаз и привести к повышению их гидравлической активности. Определение влияния способа ввода модифицирующих добавок на активность низкоосновного клинкера представит новые возможные приемы управления свойствами цемента. Для этого предлагается использовать способ кратковременного высокотемпературного легирования [9]. При исследовании процессов легирования твердых фаз главными являются следующие вопросы:

- 1- Какие микродобавки нужно вводить, что бы вызвать ожидаемый эффект;
- 2- как вводить микрокомпоненты, что бы эффект легирования был достаточно воспроизводимым;
- 3- от каких примесей следует избавляться и какие примеси более или менее безвредны [10].

Способ кратковременного высокотемпературного легирования клинкера, позволяет получить белитовый клинкер, который по прочностным показателям в ранние сроки твердения соответствует или превосходит промышленные алитовые клинкера с $KH=0,92$ и одновременно позволяет решать эколого-экономические проблемы цементного производства.

Способ кратковременного высокотемпературного легирования апробировался в лабораторных условиях на основе сырьевых материалов для производства цемента на АО «Шымкентцемент» - известняка, лесса и огарков. Эффективность предлагаемого способа определялась на клинкерах с $KH=0,8$ и $0,7$. Расчетное содержание C_2S составляло 42 и 64,5 соответственно синтезированные низкоосновные клинкера обжигались в лабораторных печах с карборундовыми нагревателями. Максимальная температура первичного обжига клинкера в $KH=0,7$ составляла $1350^{\circ}C$, при $KH=0,8$ - $1380^{\circ}C$.

Первичный обжиг является моделью обжига клинкера во вращающейся печи до практически полного формирования клинкерных минералов, т.е. до выхода из зоны спекания.

При вводе активизирующей добавки в выходную часть зоны спекания вращающейся печи, за счет вращения печи при продвижении материала с присевшей добавкой до обреза, происходит перемешивание обжигаемого материала с активизирующей добавкой. Лабораторная печь не позволяет провести эту операцию. Ввод активизирующей добавки в выходную часть зоны спекания смоделирован следующим образом.

Клинкер после первичного обжига измельчался, затем в него вводилась активизирующая добавка - моделирование вращения печи, за счет которого осуществляется распределение добавки по объему клинкера. Смесь клинкера с добавкой подвергалась резкому (ввод в разогретую до $1300^{\circ}C$

печь) кратковременному обжигу (выдержка в печи - 10 мин). Вторичный кратковременный обжиг является моделью ввода легирующей добавки в охлаждающийся клинкер, выходящий из зоны спекания вращающейся печи и имеющий температуру на 10 - 80 градусов ниже максимальной температуры обжига, но не ниже 1280°C (Температура первичного обжига, т. е. максимальная температура обжига - 1350°C (КН = 0,7) и 1380°C (КН = 0,8); 1300°C - температура резкого вторичного обжига соответствует температуре клинкера, выходящего из зоны спекания). Время вторичного обжига - 10 мин, соответствует ограничению по времени перемещения обжигаемого материала с присевшей добавкой до обреза печи 7-20 мин.

Схема введения активирующей добавки в промышленных условиях представлена на рисунке 1. Полученный активизированный клинкер измельчался до удельной площади, равной 290-320 м²/кг. Определение гидравлической активности клинкеров (прочности на сжатие) осуществлялось в малых образцах-кубиках 2х2х2 см. для сравнения использован заводской клинкер с КН=0,92 АО «Шымкентцемент». Для всех клинкеров водоцементное отношение (В/Ц) принято 0,25. Обобщенные результаты физико-механических испытаний синтезированных низкоосновных и промышленного высокоосновного клинкеров приведены в таблицах 1 и 2.

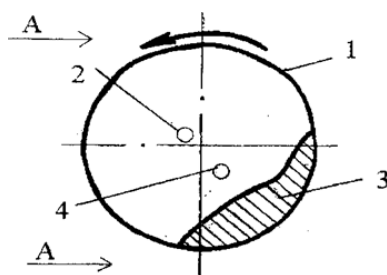


Рис. 1. Поперечное сечение вращающейся печи

На рисунке 1 представлено поперечное сечение вращающейся печи. На рисунке 2 показан разрез А-А рисунка 1 и оборудование для подачи активирующей добавки.

Схема подачи активирующей добавки представлено: печью-1; топливной форсункой-2; материалом (клинкером)-3; форсункой для подачи добавки-4; силосом (бункером)-5; дозатором-6; вентилятором-7. Добавка из бункера 5 через дозатор 6 подается вентилятором 7 на материал 3 в печь 1.

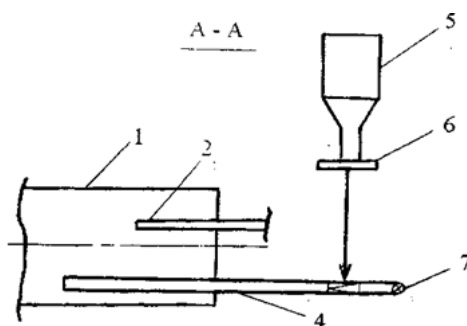


Рис. 2. Разрез А-А рисунка 1 и оборудование для подачи активирующей добавки

В качестве активирующих добавок для кратковременного высокотемпературного легирования применялись отходы обогащения полиметаллических руд АО «Ачполиметал» и пыль электрофильтров АО «Шымкентцемент».

Введение добавок традиционным способом в сырьевую смесь может незначительно увеличить прочность низкоосновного клинкера в возрасте двух и семи суток твердения на 11,9-10,5% при введении «хвостов» и на 6,9-9,1% при введении пыли электрофильтров. Но по сравнению с двукратным увеличением прочностных показателей в ранние сроки твердения, которое достигается при обжиге низкоосновного клинкера предлагаемым способом, этот эффект можно считать незначительным.

Таблица 1. Влияние кратковременного высокотемпературного легирования на гидравлическую активность низкоосновных клинкеров из сырья АО «Шымкентцемент»

КН	Количество добавки в сырьевую смесь, %	Предел прочности при сжатии МПа, от продолжительности твердения, сут			
		1	2	7	28
0,7	0	13,7	21,4	42,1	80,3
	5% «хвостов» обогащения полиметаллических руд	30,0	46,2	51,9	98,9
	5% пыли электрофильтров	32,6	48,4	76,3	101,6
0,8	0	12,9	30,5	55,8	68,0
	5% «хвостов» обогащения полиметаллических руд	26,3	49,9	58,0	80,85
	5% пыли электрофильтров	31,5	55,4	64,7	83,0
0,92	Заводской клинкер	28,9	42,68	72,8	90,3

А снижение прочности низкоосновного клинкера с добавками, введенными в сырьевую смесь, в возрасте твердения – 1 сутки и 28 суток подтверждает эффективность высокотемпературного легирования, как способа, направленного, управляемого воздействия на клинкерную структуру, при применении которого используется только положительный эффект внедрения активизирующей добавки в низкоосновный клинкер, а возможное ее отрицательное влияние на образование клинкерных фаз – исключается.

Таблица 2. Гидравлическая активность низкоосновных клинкеров, полученных при введении активизирующей добавки при обжиге в сырьевую смесь

КН	Количество добавки в сырьевую смесь, %	Предел прочности при сжатии МПа, от продолжительности твердения, сут			
		1	2	7	28
0,7	0	13,7	21,4	42,1	80,3
	5% «хвостов» обогащения полиметаллических руд	11,7	24,9	44,5	81,2
	5% пыли электрофильтров	12,3	31,0	46,3	81,8

Отформованные из цементного теста образцы испытывались на стойкость в условиях сульфатно-магнезиальной коррозии. Влияние агрессивной среды на прочностные показатели цементного камня представлено в таблице 3.

В результате исследования установлено, что высокая начальная прочность и понижение содержание портландита, выделяемое при гидратации низкоосновного клинкера, активизированного предлагаемым способом, делают быстротвердеющий и низкоосновный клинкер по прочностным показателям более устойчивым к воздействию сульфатно-магнезиальной коррозии, по сравнению с промышленным высокоосновным и обычным низкоосновным клинкером без добавок.

Таблица 3. Влияние агрессивной среды на прочностные показатели цементного теста

Среда твердения образцов	КН	Добавка	Прочность образцов на сжатие, МПа после твердения, мес.			
			1	2	3	4
Вода	0,7	б/д	87,1	87,3	92,1	100,9
	0,7	5% «хвостов» обогащения полиметаллических руд	106,5	133,2	136,0	149,0
	0,92	б/д	99,6	159,0	139,5	146,0
3%-й раствор MgSO ₄	0,7	б/д	89,6	94,1	80,1	97,3
	0,7	5% «хвостов» обогащения полиметаллических руд	116,5	111,0	91,3	106,1
	0,92	б/д	109,8	94,3	85,1	74,9

Цемент этого типа может представлять большой интерес для изготовления бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивной среде, особенно при высоком содержании сульфат-ионов.

Кроме того, в связи с низким содержанием трехкальциевого алюмината и алита, строительные изделия на его основе будут отличаться повышенной деформативностью и стойкостью к повышенным динамическим нагрузкам, что позволяет рекомендовать его для строительства автомобильных дорог.

Так как цементы для крепления глубоких и сверхглубоких нефтяных и газовых скважин должны отличаться минимальным содержанием C_3S - не более 65%, C_3A - не более 8%, сумма $C_3A + C_4AF$ - не более 24%, а низкоосновный цемент на основе белитового клинкера соответствует этим требованиям, то в связи с этим он представляет интерес как (тампонажный цемент для горячих скважин).

Внедрение в производство предлагаемого способа активизации низкоосновного клинкера не требует больших затрат, так как основано на использовании традиционного оборудования цементного производства, и добавки в виде отходов- «хвостов» обогащения полиметаллических руд, а также пыли электрофильтров.

Реализовать этот способ в заводских условиях можно подачей добавки с горячего конца печи на спекающийся клинкер, что обеспечивает следующие экономические и экологические преимущества:

- при снижении КН с 0,92 до 0,7 и температуры спекания с 1450°C до 1350°C на 9% уменьшается расход топлива;
- в результате сокращения выбросов CO_2 на 8% и NO_x в 1,5 раза уменьшается отрицательное влияние производства цемента на экологическую обстановку;
- высокая начальная прочность и меньшее содержание водорастворимого портландита обеспечивает коррозионную стойкость и повышенную долговечность изделий из низкоосновных цементов, полученных способом кратковременного высокотемпературного легирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Т. Станек, М. Бохач. Энергоэкономичные цементы: производство и использование. Цемент и его применение. 2016г. №4 с. 103-108.
- [2] Fukuda K., Wakamatsu N., et al. Improvement in hydration reactivity of alpha-phase belite remelting reaction // J. Amer. Ceram. Soc. 2001. Vol. 84. №3. p.639-641.
- [3] Chrysafy R., Perraki T., Karali G. Sol-gel preparation of $2CaO \cdot SiO_2$ // J. European Ceram. Soc. 2007. Vol. 27. №2-3. p.615-322.
- [4] Kurdowski W., Duszaks S., Trybalska B. Belit produced by means of low-temperature synthesis // Cement and Concrete Res. 1997. Vol. 27. №1. p.51-62.
- [5] Осокин А.П., Акимов В.Г. Применение Термоактивированных клинкеров в технологии быстротвердеющих цементов. // Труды международной НПК «качество, безопасность, энерго и ресурсосбережение в промышленности строительных материалов и строительства на пороге XXI века». – Белгород, 2000. – с. 259-263.
- [6] Сычев М.М. Термическая активация клинкера // Цемент, -1978. - №2. – С.9-11.
- [7] Ренгнекар Б.С., Сринивасан В.Р., Пай В.Н. Раннее твердение фазы C_2S , полученной в процессе быстрого обжига // VI Международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976- Т.1. С. 176 - 200.
- [8] Сычев М.М. Особенности спекания белитовых клинкеров повышенной активности // Цемент. – 1986. - №2. – С.17-18.
- [9] Патент РФ №2168473. МПК C04B 7/00. Способ обжига быстротвердеющего низкоосновного цементного клинкера Барбанягрэ В.Д., Головизнина Т.Е., Мануйлов В.Е. Оpubл. 10.06.2001.
- [10] Худякова Т.М., Барбанягрэ В.Д. Синтез быстротвердеющего низкоосновного клинкера кратковременным высокотемпературным легированием //Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2002 - №6. -С.176-178.

Худякова Т. М., Барбанягрэ В. Д., Таймасов Б. Т., Колесников А. С.

Нүгізітөмен тезқатаятын цемент өндіру және қолдану.

Түйіндеме. Осы жұмыста келтірілген зерттеулер нәтижелері бойынша апробация тәсілін қысқа мерзімді жоғары температуралы қоспалау клинкер алуға мүмкіндік беретін белитті клинкер, ол бойынша қату көрсеткіштер ерте мерзімде қатаю сәйкес келетін немесе асып өнеркәсіптік алитты клинкер отырып, КН=0,92 және бір мезгілде шешуге мүмкіндік береді экологиялық-экономикалық мәселелері цемент өндірісінің, атап айтқанда, нәтижесінде қысқартылады шығарындылары CO_2 8% және NO_x 1,5 есе азаяды теріс әсерін цемент өндірудің экологиялық жағдайға.

Түйін сөздер: шикізат қоспасы, клинкер, қысқа мерзімді жоғары температуралы легірлеу, байыту қалдықтары полиметалл кендерін, шаң-тозаң сүзгілерінің, белітті клинкер.

Khudyakova T. M., Barbanyagre V. D., Taimasov B. T., Kolesnikov A. S.

Weak base rapid-hardening cement: production and use.

Summary. In the present work results of researches on the approbation of methods of short-term high-temperature alloying of clinker, allowing you to believei clinker, which on the strength indicators in early terms tverdenija meets or exceeds industrial Alitalia clinker with $KN=0,92$ and at the same time allows to solve environmental and economic problems of cement production in particular, this reduces CO_2 emissions by 8% and NO_x by 1.5 times and decreases the negative impact of cement production on the environment.

Key words: raw mixture of low-basic clinker, short-term high-temperature alloying, tailings polymetallic ores, electrostatic dust, belit clinkers.

УДК 666.943

Т. М. Худякова¹, В.Д. Барбаниягрэ², Б. Т. Таймасов¹, А. С. Колесников¹

(¹РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова»

Шымкент, Республика Казахстан, e'mail: tatmukgu@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технический университете им. В.Г. Шухова», Российская Федерация, Белгород)

РАЗРАБОТКА МАЛОЭНЕРГОЁМКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА ИЗ НИЗКООСНОВНЫХ СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ

Аннотация. В настоящей работе приведены результаты исследований по разработке малоэнергоёмкой технологии получения низкоосновного клинкера из минерального и техногенного сырья.

Предлагаемый способ кратковременного высокотемпературного легирования (КВЛ) позволяет решить проблему плохой размалываемости низкоосновных клинкеров и повысить гидравлическую активность цемента в начальные сроки твердения (1-7 суток) без снижения марочной прочности (28 суток).

Ключевые слова: сырьевая смесь, низкоосновный клинкер, кратковременное высокотемпературное легирование, минеральное и техногенное сырье.

Мировая цементная промышленность развивается в настоящее время по пути реализации сухого способа производства, который обеспечивает снижение удельного расхода топлива по сравнению с мокрым почти в 2 раза. Однако такой путь связан с большими капитальными вложениями и в настоящее время не может быть повсеместно реализован в Республике Казахстан.

В связи с экономическими сложностями, не позволяющими провести кардинальные изменения (переход на сухой или комбинированный способы производства цемента, внедрение нового оборудования) возникла необходимость в технологических решениях, которые возможно применить к любым способам производства с минимальными дополнительными затратами.

В значительной степени эти проблемы может решить переход к выпуску низкоосновных цементов. Большое внимание, которое уделяется низкоосновным цементам, связано с значительными экологическими преимуществами их производства. Вместе с тем известны и проблемы- пониженная в целом гидравлическая активность белита, особенно в начальные сроки твердения, а также пониженная размалываемость белитовых клинкеров. Разработанный в лабораторных условиях способ кратковременного высокотемпературного легирования клинкеров позволяет решить эти проблемы за счет дозированного воздействия добавки в определенном температурном и временном режиме на структуру и состав клинкерных фаз.

Перенос результатов лабораторного исследования на цементное производство возможен лишь при высокой степени надежности теоретических проработок. Поэтому значимость последних в современных условиях и внимание к ним производственников значительно повышается. Стремление повысить активность клинкера исключительно за счет активизации белитовой фазы приводит к необходимости сложных технологических решений и поэтому до сих пор не реализовано.

Снижение расхода топлива, электроэнергии и выбросов парниковых газов в окружающую среду может быть достигнуто с переходом на выпуск низкоосновных цементов. Разработанный способ

КВЛ позволяет решить проблему плохой размалываемости низкоосновных клинкеров и повысить гидравлическую активность во все сроки твердения.

Задачи, поставленные в работе, решались с привлечением комплекса физико-химических и физико-механических методов анализа. Физико-химические процессы, протекающие при обжиге сырья, твердении и гидратации изучались с применением химического анализа, рентгенофазового анализа (РФА), растровой электронной микроскопии (РЭМ). Физико-механические свойства изучали с применением стандартных методов определения технологических и эксплуатационных свойств.

Анализ литературных источников позволил выявить малоизвестную область, касающуюся влияний добавок на свойства низкоосновного клинкера. Добавки в низкоосновный клинкер обычно вводят для стабилизации высокотемпературных модификаций двухкальциевого силиката. Возможность усвоения добавки клинкером обусловлена способностью клинкерных минералов к размещению в своей структуре значительного количества разнообразных изоморфных примесей и образованию с ними твердых растворов [1]. Внедрение добавки в структуру клинкера обеспечивает увеличение неравновесности клинкерной системы, благодаря чему возможна фиксация аналогов высокотемпературных модификаций белита и его кристаллизация в несовершенной гидравлически активной форме [2]. Представляется целесообразным ввести модификатор после образования основной массы силикатов кальция. Необходимо, чтобы в момент присадки клинкерная система находилась еще в активном состоянии [3,4], позволяющем осуществлять внедрение элементов добавки в структуру клинкерных фаз.

Существенный потенциал снижения энергозатрат и эмиссий отходящих газов усматривается в организации производства высокобелитового клинкера и использовании отходов других отраслей промышленности в качестве сырьевых материалов.

Основной сырьевой базой для получения белитового клинкера являются Казыгуртское месторождение известняков и Текесуйское месторождение лёсса. Химический состав известняка следующий, %: SiO_2 - 1,29; Al_2O_3 - 0,15; Fe_2O_3 - 0,44; CaO - 54,91; MgO - 0,61; SO_3 - 0,16; Na_2O - 0,07; K_2O - 0,05; ППП - 42,33. Химический состав лёсса, %: SiO_2 - 51,40; Al_2O_3 - 11,28; Fe_2O_3 - 4,48; CaO - 13,20; MgO - 2,35; SO_3 - 0,96; Na_2O - 1,01; K_2O - 1,78; ППП - 13,55.

Железистым компонентом служат пиритные огарки, являющиеся отходом сернокислотного производства с химическим составом, %: SiO_2 - 8,28; Al_2O_3 - 3,48; Fe_2O_3 - 83,33; CaO - 1,26.

В качестве активизирующей добавки для легирования белитового клинкера используются отходы обогащения полиметаллических руд - доломито-бариевые «хвосты» АО «Ачполиметалл» г. Кентау, которые представляют собой тонкоизмельченный продукт, не требующий дополнительного помола. Гранулометрический состав отходов: зерна размером менее 85 мкм составляют 25-30 %, 25-85 мкм - 55-65 % и крупнее 200 мкм - 10-15 %. Основными минералами, входящими в состав «хвостов» являются: доломит 50-60 %, известняк 10-15 %, барит 10-20 %, глинистые вещества 5-8 %, рудные минералы 2-3 %. Химический состав отходов обогащения полиметаллических руд характеризуется стабильностью и представлен в мас. %: SiO_2 - 4,34-6; Al_2O_3 - 0,98-1,2; Fe_2O_3 - 2,86-3,5; CaO - 27,79-29; MgO - 14,45-16,3; ППП - 35,25-37; BaSO_4 - 12,7-13,5; FeS_2 - 1,39-1,5; PbSO_4 - 0,03-0,05; PbCO_3 - 0,09-1,2; PbS - 0,14-0,2.

Из сырьевых материалов, используемых для производства портландцемента на АО «Шымкент-цемент», синтезированы низкоосновные клинкеры- $\text{KH}=0,7$; $p=1,46$; $n=2,76$. Обжиг проводился в лабораторной печи с карборундовыми нагревателями.

Максимальная температура первичного обжига клинкера с $\text{KH}=0,7$ - 1350 °С. Изотермическая выдержка при максимальной температуре составила 30 минут. Первичный обжиг имитирует обжиг клинкера во вращающейся печи до практически полного формирования клинкерных минералов, т.е. до выхода из зоны спекания. Клинкер после первичного обжига изымался из печи и измельчался, затем в него вводилась активизирующая добавка. Смесь клинкера с добавкой подвергалась резкому (ввод в разогретую до 1300 °С печь) кратковременному обжигу. Изотермическая выдержка составила 10 минут. Вторичный кратковременный обжиг воссоздает производственные условия ввода легирующей добавки на охлаждающийся клинкер, выходящий из зоны спекания вращающейся печи и имеющий температуру на 10-80° ниже максимальной температуры обжига, но не ниже 1280 °С.

Результаты физико-механических испытаний синтезированных низкоосновных и промышленного высокоосновного клинкеров приведены в таблице 1.

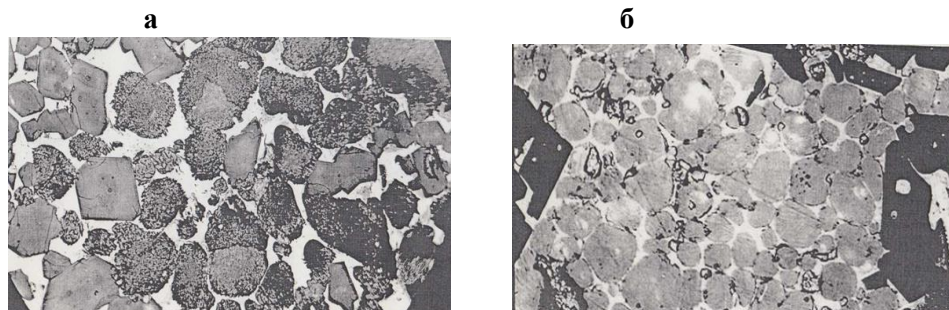
Полученные экспериментальные данные, свидетельствуют о том, что кратковременным высокотемпературным легированием возможно значительное увеличение прочности низкоосновного клинкера в начальные сроки твердения (1-7 суток) без снижения марочной прочности (28 суток).

Микроструктура легированных и нелегированных белитовых клинкеров представлена на рисунке 1.

Выполнен петрографический анализ синтезированных клинкеров. Микрофотографии клинкеров легированного и нелегированного имеют заметные отличия. При травлении аншлифа дистиллированной водой кристаллы белита легированного клинкера показали следы реакции с водой, как на контурах зерен, так и на самой поверхности зерен. Это объясняется образованием гидросиликатов кальция уже при приготовлении шлифов, что говорит о повышенной гидратационной активности белита.

Таблица 1. Результаты физико-механических испытаний

Характеристики	Клинкер		
	КН=0,7	КН=0,7	КН=0,92
	без добавок	с добавкой 5% отходов обогащения полиметаллических руд	промышленный
Водоцементное отношение, %	25,5	24,0	25
Начало схватывания, мин	85	50	75
Конец схватывания, мин	105	100	115
Удельная поверхность, м ² /кг	275	287	300
Предел прочности цементного камня при сжатии, МПа: через 1 сут	13,7	30	28,9
через 2 суток	21,4	46,2	42,7
через 7 суток	42,1	71,9	72,8
через 28 суток	80,3	98,9	90,3



а - белитовый клинкер, легированный отходами обогащения полиметаллических руд;

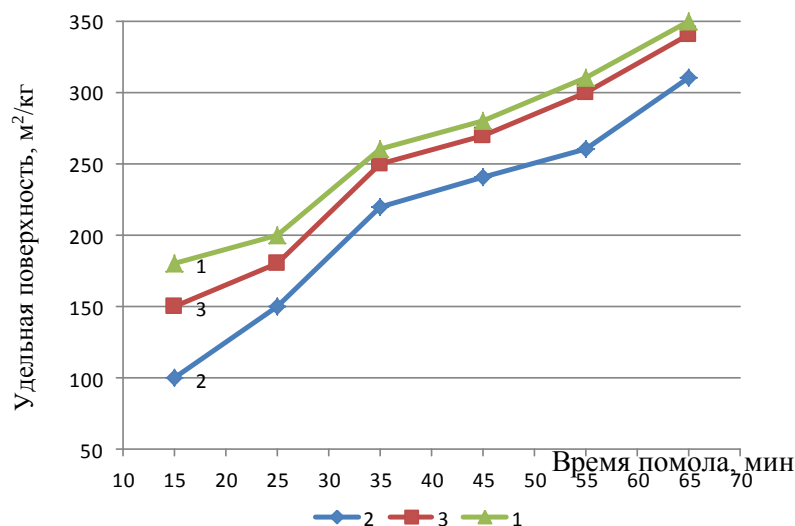
б - белитовый клинкер нелегированный

Рис. 1. Микроструктура синтезированных клинкеров

Повышенная гидратационная активность низкоосновного цемента является следствием структурных изменений, происходящих в клинкерных фазах. При КВЛ не наблюдается рекристаллизация и пассивация кристаллов белита, а происходит стабилизация гидравлически активных α^I_L и α^I_M модификаций C_2S , и кристаллизация с дополнительными дефектами в кристаллических решетках $\beta-C_2S$ и C_3A . Суммарное действие этих факторов делает низкоосновный клинкер быстротвердеющим и позволяет достигать высоких прочностных показателей, как в ранние, так и в поздние сроки твердения.

Размалываемость низкоосновных синтезированных клинкеров с коэффициентом насыщения КН=0,7 (не легированного и легированного способом КВЛ), а также промышленного клинкера АО «Шымкентцемент» с коэффициентом насыщения КН=0,92 оценивалась по продолжительности измельчения клинкера в лабораторной мельнице до удельной поверхности 300 м²/кг. Зависимость величины удельной поверхности от времени помола представлены на рисунке 2.

В течении 25 минут помола уже было видно, что размалываемость промышленного клинкера и легированного низкоосновного клинкера практически одинакова. При дальнейшем помоле размолоспособность низкоосновного легированного клинкера приближается к показателям промышленного.



1- КН=0,7, легированный 5% карбонатно-бариевых хвостов; 2 - КН=0,7, нелегированных;
3- КН=0,92, промышленный клинкер

Рис. 2. Зависимость величины удельной поверхности от времени помола

Размалываемость клинкера зависит от большого количества факторов, в числе которых - химический состав, режим охлаждения, характер кристаллизации клинкерных фаз, пористость клинкера, присутствие различных добавок, интенсифицирующих измельчение, существенным образом может повлиять на микротвердость фаз клинкера.

Определение микротвердости клинкерных фаз проводили на микротвердомере ПМТ -3.

Средние значения величины микротвердости клинкерных фаз представлены в таблице 2.

Наиболее высокими значениями микротвердости характеризуется двухкальциевый силикат и промежуточное вещество, наименьшей - трехкальциевый силикат.

Одним из факторов, влияющих на изменение микротвердости, является наличие примесей в кристаллической решетке клинкерных фаз, приводящее к образованию дополнительного количества дефектов и в целом к изменению структуры. Добавка карбонатно-бариевых отходов с горячего конца печи на спекающийся клинкер может оказать влияние на процессы клинкерообразования и структуру не только белита, но и алита, и промежуточную фазу.

Таблица 2. Влияние карбонато-бариевых отходов на микротвердость клинкерных фаз

Клинкер	Карбонатно-бариевый отход	Алит	Белит	Промежуточное вещество
	Н, кгс/мм²	Н, кгс/мм²	Н, кгс/мм²	Н, кгс/мм²
АО «Шымкентцемент», КН=0,92	-	629	673	910
Синтезированный низкоосновный клинкер, КН=0,7	-	640	736	980
Синтезированный низкоосновный легированный клинкер, КН=0,7	5	613	649	860

На рисунках 3-5 представлены спектры элементного состава фаз легированного низкоосновного клинкера по сравнению с нелегированным.

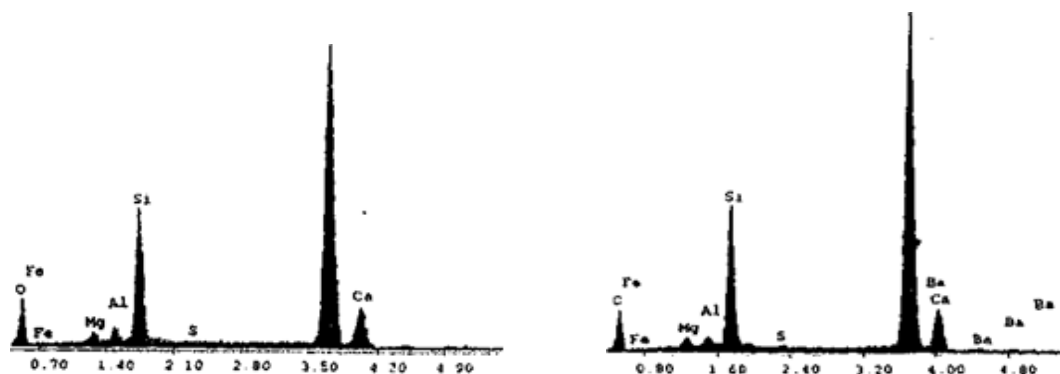


Рис. 3. Изменение элементного состава алита под влиянием карбонатобариевых отходов

В ходе определения элементного состава выяснено, что барий внедряется во все клинкерные фазы, что приводит к снижению их микротвердости. Следовательно, при внедрении Ba^{2+} , имеющего больший ионный радиус, чем у ионов кальция, в кристаллическую решетку клинкерных минералов происходит их разупрочнение, и помол клинкера с такой микроструктурой будет проходить значительно легче.

Исследование установлено, что линии, характерные для бария в белите проявляются более четко, чем в алите и промежуточном веществе, что может свидетельствовать о его большем количестве в белитовой фазе. Это подтверждают и литературные источники, в которых указывается, что барий преимущественно входит в состав белитовой фазы [5].

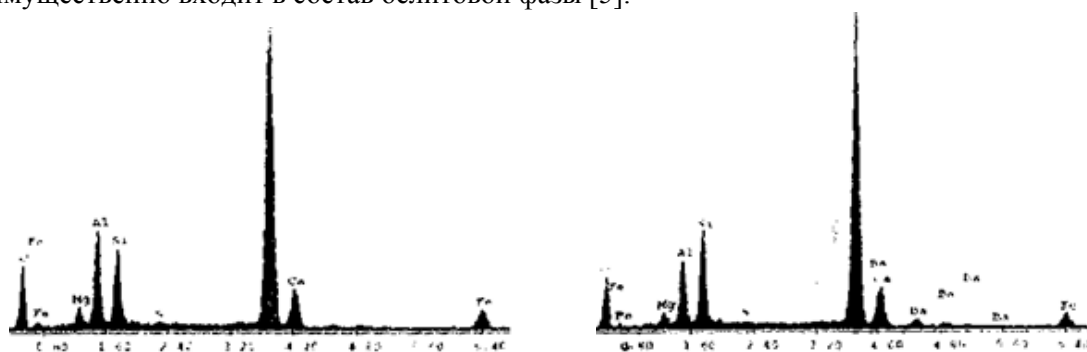


Рис. 4. Изменение элементного состава белита под влиянием карбонатобариевых отходов

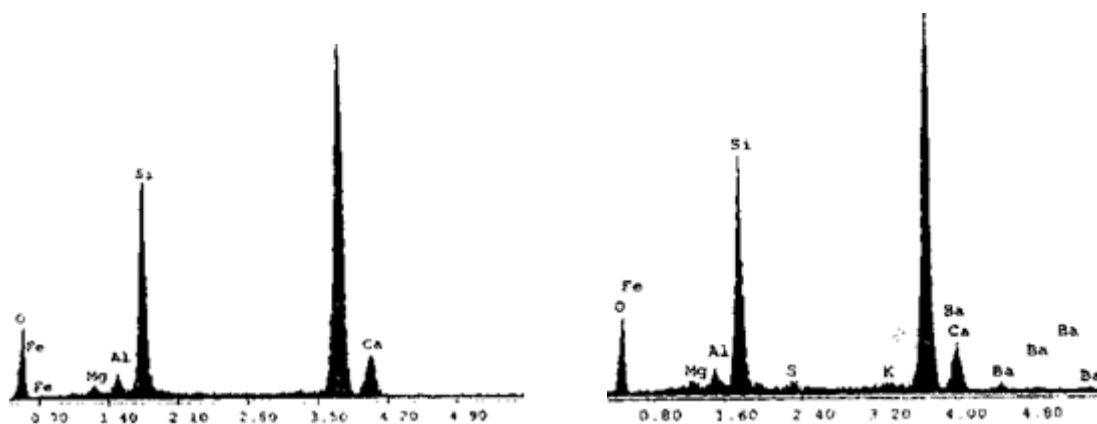


Рис. 5. Изменение элементного состава промежуточного вещества под влиянием карбонатобариевых отходов

Таким образом, способ кратковременного высокотемпературного легирования, в результате которого увеличивается количество дефектов в минералах и обжиг низкоосновного клинкера при сравнительно невысокой температуре 1350°C в определенной мере решил проблему плохой размалываемости. В связи с чем исключаются дополнительные энергетические затраты, сопровождающие помол низкоосновного клинкера.

Внедрение в производство предлагаемого способа активизации низкоосновного клинкера не требует значительных дополнительных затрат, так как основано на использовании традиционного оборудования цементного производства, и добавки в виде отходов обогащения полиметаллических руд.

Переход на выпуск низкоосновных клинкеров является перспективным путем развития производства портландцемента, так как может обеспечить следующие преимущества:

- сократить содержание карбоната кальция в сырьевой шихте;
- понизить расход условного топлива;
- повысить срок службы футеровки печи;
- снизить вредное воздействие на окружающую среду за счет уменьшения выбросов оксидов углерода и азота.

Полученный в результате проведенных исследований низкоосновный цемент может рассматриваться как многообещающая альтернатива портландцементу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Классен В.К. Техногенные материалы в производстве цемента / В.К. Классен, И.Н. Борисов, В.Е. Мануйлов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2008. – 126 с.
- [2] Овчаренко Г.И. Активный белитовый цемент. / Г.И. Овчаренко// Цемент. 1987. №4. - С.16-18.
- [3] Дудник Т.В. Экологический и экономический аспект при производстве белитового клинкера с использованием отходов промышленности /Т.В. Дудник, Т.М. Худякова // Современное состояние и проблемы инженерной экологии, биотехнологии и устойчивого развития. - Алматы: КазНТУ, 2010. – С. 194– 196.
- [4] Осокин А.П. Комплексная термохимическая активация клинкерообразования в технологии портландцемента /А.П. Осокин, В.Г. Акимов, В.Н. Панюшкин // Современные проблемы строительного материаловедения: Материалы седьмых академических чтений РААСН. - Белгород: БелГТАСМ, 2001. – 4.1. – С. 403– 410.
- [5] Осокин А.П., Судакас Л.Г. Физикохимия и технология клинкерообразования. II Международное совещание по химии и технологии цемента. М.: РХТУ им. Менделеева, т.1., 2000г. С.56-63.

Худякова Т. М., Барбаниягрэ В. Д., Таймасов Б. Т., Колесников А. С.

Әзірлеу азэнергиялы технологиялар портландцемент бірі низкоосновных шикізат қоспаларын.

Түйіндемесі. Осы жұмыста келтірілген зерттеулер нәтижелері бойынша әзірлеу азэнергиялы алу технологиясын низкоосновного клинкер минералды және техногенді шикізат. Әзірленген тәсіл қысқа мерзімді жоғары температуралы қоспалау (КВЛ) мүмкіндік береді проблемасын шешуге жаман размалываемости низкоосновных клинкеров арттыру және гидравликалық белсенділігі цемент бастапқы қатаю мерзімдері (1-7 тәулік) төмендету марочной беріктігі (28 тәулік).

Түйін сөздер: шикізат қоспасы, низкоосновный клинкер, қысқа мерзімді жоғары температуралы легірілеу, минералды және техногенді шикізат.

Khudyakova T. M., Barbanyagre V. D., Taimasov B. T., Kolesnikov A. S.

The development of low-energy technology of portland cement raw mixtures of weak base.

Abstract. In the present work the results of studies on the development of low-power technology for obtaining low-basic clinker from mineral and technogenic raw materials. The developed method of short-term high-temperature doping (KVL) allows to solve the problem of bad razmarivaet low-basic clinkers and increase the hydraulic activity of cement in the initial setting period (1-7 days) without any reduction of grade strength (28 day).

Key words: raw mixture of low-basic clinker, short-term high-temperature alloying, mineral and technogenic raw materials.

UDC 517.927

¹D.S. Dzhumabaev, ²M.F.Mukanova

(^{1,2}International Information Technologies University, Almaty, Kazakhstan,
Department of Differential Equations, Institute of Mathematics and Mathematical Modeling of MES RK,
125, Pushkin str., Almaty, Kazakhstan¹
dzumabaev@list.ru¹ mukanova.moldir@gmail.com²)

AN APPROXIMATE METHOD FOR SOLVING A LINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION OF FREDHOLM

Annotation. An approximate method for solving a linear boundary value problem for integro-differential equation of Fredholm is proposed. The method is based on a partition of the interval and the introduction of auxiliary parameters as the values of the solution at the initial points of subintervals. By introducing additional parameters into parts of interval, and execute them as the values of solution at the left-end points of subintervals origin problem is reduced to the multipoint boundary value problem for the system of integro-differential equations with parameters. At the fixed values of parameters the special Cauchy problems for the system of integro-differential equations are solved. The Cauchy problems for the ordinary differential equations are solved by the Taylor series method and approximate solution of boundary value problem found by polynomials. Constructed algorithms of finding of approximate solution of boundary-value problems with parameter;

Keywords. Fredholm integro-differential equations, linear boundary value problem, parametrization, special Cauchy problems for the ordinary differential equations, Taylor series method.

Fredholm integro-differential equations play a crucial role in modeling of much physical phenomena such as particle vibrations in lattices, currents in electrical networks and pulses in biological chains and much more applications. Recently, there have been lots efforts in giving exact or approximate solution relating different kinds of problems in integro-differential equations. In many branches of engineering, biological models, electrostatics, control theory of industrial mathematics, economics, fluid dynamics, heat and mass transfer, oscillation theory, and queuing theory, solving a problem means solving a set of ordinary, partial, integral or either integro-differential equations. In recent years, many authors have considered different methods to solve these kinds of problems. Qualitative properties of problems for Fredholm integro-differential equations and methods for solving these problems are considered in the works of many others [1-6].

In the given paper, we will solve the linear boundary value problem for Fredholm integro-differential equation:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^T \varphi(t)\psi(s)x(s)ds + f(t), \quad t \in (0, T), \quad x \in R^2 \quad (1)$$

$$Bx(0) + Cx(T) = d, d \in R^2 \quad (2)$$

where the matrices $A(t)$, $\varphi(t)$, $\psi(s)$, and vector $f(t)$ are continuous on $[0, T]$. A solution to problem (1) and (2) is a vector function $x(t)$, continuous on $[0, T]$ and continuously differentiable on $(0, T)$, satisfying the integro-differential equation (1) and boundary condition (2).

Dividing our interval by 2 we have here Δ_2 , points are

$$t_0 = 0 < t_1 = \frac{T}{2} < t_2 = T, [0, T) = \left[0, \frac{T}{2}\right) \cup \left[\frac{T}{2}, T\right).$$

Let $x_r(t)$ be the restriction of function $x(t)$ to the r -th interval $[t_{r-1}, t_r]$ when $r=1,2$, i.e. $x_1(t)=x(t)$, for $t \in \left[0, \frac{T}{2}\right)$, and $x_2(t)=x(t)$, for $t \in \left[\frac{T}{2}, T\right)$. Introducing the additional parameters $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$ and performing a replacement of the function $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$ on each r -th interval, we obtain the following boundary value problem with parameters:

$$\frac{du_1}{dt} = A(t)(u_1 + \lambda_1) + \int_0^{T/2} \varphi(t)\psi(s)(u_1(s) + \lambda_1)ds + \int_{T/2}^T \varphi(t)\psi(s)(u_2(s) + \lambda_2)ds + f(t),$$

$$t \in \left[0, \frac{T}{2}\right) \quad (3.1)$$

$$\frac{du_2}{dt} = A(t)(u_2 + \lambda_2) + \int_0^{T/2} \varphi(t)\psi(s)(u_1(s) + \lambda_1)ds + \int_{T/2}^T \varphi(t)\psi(s)(u_2(s) + \lambda_2)ds + f(t),$$

$$t \in \left[\frac{T}{2}, T\right) \quad (3.2)$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0, r = 1, 2 \quad (4)$$

$$B\lambda_1 + C\lambda_2 + C \lim_{t \rightarrow T-0} u_2(t) = d \quad (5)$$

$$\lambda_1 + \lim_{t \rightarrow T-0} u_1(t) - \lambda_2 = 0. \quad (6)$$

where (6) are conditions for matching the solution at the interior points of the partition Δ_2 . Note, that conditions (6) and integro-differential equations (3.1) and (3.2) also ensure the continuity of solution's derivatives at these points.

Using the fundamental matrix $X(t)$ of differential equation $\frac{dx}{dt} = A(t)x$ on $[0, T]$, we reduce the special Cauchy problem for the system of integro-differential equations with parameters (3.1)-(3.2), (4) to the equivalent system of integral equations.

$$u_1(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) \left[A(\tau) \cdot \lambda_1 + \int_0^{T/2} \varphi(\tau)\psi(s)(u_1(s) + \lambda_1)ds + \int_{T/2}^T \varphi(\tau)\psi(s)(u_2(s) + \lambda_2)ds + f(\tau) \right] d\tau,$$

$$t \in \left[0, \frac{T}{2}\right) \quad (7.1)$$

$$u_2(t) = X(t) \int_{T/2}^t X^{-1}(\tau) \left[A(\tau) \cdot \lambda_1 + \int_0^{T/2} \varphi(\tau)\psi(s)(u_1(s) + \lambda_1)ds + \int_{T/2}^T \varphi(\tau)\psi(s)(u_2(s) + \lambda_2)ds + f(\tau) \right] d\tau$$

$$t \in \left[\frac{T}{2}, T\right) \quad (7.2)$$

Introduce the notation

$$\mu = \int_0^{T/2} \psi(s)u_1(s)ds + \int_{T/2}^T \psi(s)u_2(s)ds$$

Multiplying both sides of (7.1) and (7.2) by $\psi(t)$, integrating on the intervals $t \in \left[0, \frac{T}{2}\right)$ and $t \in \left[\frac{T}{2}, T\right)$ respectively and summing up, we have the system of linear algebraic equations with respect to μ :

$$\int_0^{T/2} \psi(s) u_1(s) ds = \int_0^{T/2} \psi(s) X(s_1) \int_0^s X^{-1}(s_1) [\varphi(s_1) \cdot \mu + F_1(s_1, \lambda)] ds_1 ds \quad (8.1)$$

$$\int_{T/2}^T \psi(s) u_2(s) ds = \int_{T/2}^T \psi(s) X(s_1) \int_0^s X^{-1}(s_1) [\varphi(s_1) \cdot \mu + F_2(s_1, \lambda)] ds_1 ds \quad (8.2)$$

$$I \cdot \mu = \left\{ \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) \varphi(s_1) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) \varphi(s_1) ds_1 ds \right\} \mu \quad (9)$$

$$+ \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) F_1(s_1, \lambda) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) F_2(s_1, \lambda) ds_1 ds$$

$$(I - G) \cdot \mu = \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) F_1(s_1, \lambda) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) F_2(s_1, \lambda) ds_1 ds \quad (10)$$

$$\mu = (I - G)^{-1} \cdot \left\{ \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) F_1(s_1, \lambda) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) F_2(s_1, \lambda) ds_1 ds \right\} \quad (11)$$

$$\mu = G(\Delta_2) \cdot \mu + V_{1,1}(\Delta_2) \lambda_1 + V_{1,2}(\Delta_2) \lambda_2 + g(f, \Delta_2) \quad (12)$$

with the 2x2 matrices

$$G(\Delta_2) = \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) \varphi(s_1) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) \varphi(s_1) ds_1 ds = \hat{\psi}_{1,1}(\varphi) + \hat{\psi}_{1,2}(\varphi) \quad (13)$$

$$V_{1,1}(\Delta_2) = \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau ds + \quad (14)$$

$$+ \left(\int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) \varphi(s_1) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) A(s_1) d\tau_1 ds \right) \int_0^{T/2} \psi(\tau) d\tau$$

$$V_{1,2}(\Delta_2) = \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau ds + \quad (15)$$

$$+ \left(\int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) \varphi(s_1) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) A(s_1) d\tau_1 ds \right) \int_{T/2}^T \psi(\tau) d\tau$$

and vectors of dimension 2

$$g(f, \Delta_2) = \int_0^{T/2} \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) f(s_1) ds_1 ds + \int_{T/2}^T \psi(s) X(s) \int_0^s X^{-1}(s_1) f(s_1) ds_1 ds \quad (16)$$

Using these matrices we can rewrite the system (12) in the form

$$[I - G(\Delta_2)] \mu = V_{1,1}(\Delta_2) \lambda_1 + V_{1,2}(\Delta_2) \lambda_2 + g(f, \Delta_2) \quad (17)$$

where I is the identity matrix of dimension 2x2.

Essential requirement to the partition is its regularity. Partition Δ_N is called regular if the matrix $[I - G(\Delta_2)]$ is invertible. It is established that the invertibility of system's matrix is equivalent to the well-posedness of considered boundary value problem [2]. Assume the matrix $[I - G(\Delta_2)]$ is invertible and $[I - G(\Delta_2)]^{-1} = M_{1,1}(\Delta_2)$. Then according to (17) the elements of the vector $\mu \in R$ are determined by the equalities

$$\mu = M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,1}(\Delta_2) \lambda_1 + M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,2}(\Delta_2) \lambda_2 + M_{1,1}(\Delta_2) g(f, \Delta_2) \quad (18)$$

Substituting the right-hand side of (18) instead of μ , we get the representation of functions $u_r(t)$ via λ .

$$u_1(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) \left[M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,1}(\Delta_2) + \int_0^{T/2} \psi(s) ds \right] \lambda_1 \quad (19.1)$$

$$+ X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) \left[M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,2}(\Delta_2) + \int_{T/2}^T \psi(s) ds \right] \lambda_2 \\ + X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau \lambda_1 \\ + X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) [\varphi(\tau) M_{1,1}(\Delta_2) g(f, \Delta_2) + f(\tau)] d\tau$$

$$u_2(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) \left[M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,1}(\Delta_2) + \int_0^{T/2} \psi(s) ds \right] \lambda_1 \quad (19.2) \\ + X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) \left[M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,2}(\Delta_2) + \int_{T/2}^T \psi(s) ds \right] \lambda_2 \\ + X(t) \int_{T/2}^t X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau \lambda_2 \\ + X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) [\varphi(\tau) M_{1,1}(\Delta_2) g(f, \Delta_2) + f(\tau)] d\tau$$

Introduce notation

$$D_{2,1} = X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) [M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,1}(\Delta_2) + \hat{\psi}_{1,2}] d\tau \quad (20.1)$$

$$D_{1,2} = X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) [M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,1}(\Delta_2) + \hat{\psi}_{1,1}] d\tau \quad (20.2)$$

$$D_{1,1} = X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) [M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,1}(\Delta_2) + \hat{\psi}_{1,1}] d\tau + X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau \quad (21.1)$$

$$D_{2,2} = X(t) \int_{T/2}^T X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) [M_{1,1}(\Delta_2) V_{1,2}(\Delta_2) + \hat{\psi}_{1,2}] d\tau + X(t) \int_{T/2}^T X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau \quad (21.2)$$

$$F_1(\Delta_2) = X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau [M_{1,1}(\Delta_2) g(f, \Delta_2)] + X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (22.1)$$

$$F_1(\Delta_2) = X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau [M_{1,1}(\Delta_2) g(f, \Delta_2)] + X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (22.2)$$

Then from (19.1) and (19.2) we have

$$\lim_{t \rightarrow T, 2-0} u_1(t) = D_{1,1}(\Delta_2) \lambda_1 + D_{1,2}(\Delta_2) \lambda_2 + F_1(\Delta_2) \quad (23.1)$$

$$\lim_{t \rightarrow T-0} u_2(t) = D_{2,1}(\Delta_2) \lambda_1 + D_{2,2}(\Delta_2) \lambda_2 + F_2(\Delta_2) \quad (23.2)$$

Substituting the right-hand sides of (23.1) and (23.2) into the boundary condition (5) and conditions of matching solution (6), we obtain the following system of linear algebraic equations with respect to parameters λ_r , $r = (1, N)$:

$$[B + CD_{2,1}(\Delta_2)] \lambda_1 + C[I + D_{2,2}(\Delta_2)] \lambda_2 = d - CF_2(\Delta_2) \quad (24)$$

$$[I + D_{1,1}(\Delta_2)] \lambda_1 + [I + D_{1,2}(\Delta_2)] \lambda_2 = -F_1(\Delta_2) \quad (25)$$

By denoting the matrix corresponding to the left-hand side of the system of equations (24), (25) by Q , the system can be written as the following:

$$Q_*(\Delta_2)\lambda = -F_*(\Delta_2), \lambda \in R^4 \quad (26)$$

$$F_*(\Delta_2) = (-d + CF_2(\Delta_2), F_1(\Delta_2)) \in R^4 \quad (27)$$

Solving equation (26) we find λ and substitute it to (19.1) and (19.2) to calculate u . Finally, performing a replacement of the function $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$ on each r -th interval, we obtain the values of the vector function $x(t)$.

Consider the Cauchy problems for ordinary differential equations on subintervals

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + P(t), x(t_{r-1}) = 0, t \in [t_{r-1}, t_r], r = 1 \dots 2 \quad (28)$$

Here $P(t)$ is square matrix ($n \times n$) or vector of dimension n , both continuous on $[0, T]$.

Let's denote the solution to the Cauchy problem (28) by $E_{*,r} = (A(\cdot), P(\cdot), t)$

Solving the Cauchy problem for the ordinary differential equations we obtain $E_{*,r} = (A(\cdot), P(\cdot), t)$ and then evaluate the integrals

$$E_{*,r} = (A(\cdot), P(\cdot), t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) P(\tau) d\tau, t \in [0, T] \quad (29)$$

where $X(t)$ is a fundamental matrix of differential equation (28) on the r th interval.

1. We choose the partition of interval $t \in [0, T]$ into 2 parts: $t_0 = 0 < t_1 = \frac{T}{2} < t_2 = T$, which we

denote by Δ_2 , $N=1,2$.

2. Solving the Cauchy problems for matrix ordinary differential equations

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \varphi(t), x(0) = 0, t \in [0, 0.5]; \quad (30.1)$$

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \varphi(t), x(0.5) = 0, t \in [0.5, 1] \quad (30.2)$$

we evaluate the matrix functions $E_{*,1}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t)$ (31.1) and $E_{*,2}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t)$ by Taylor series

3. Multiply each (2×2) matrix of (31.1) and (31.2) to the (2×2) matrix $\psi(t)$, and integrate on $[0, T]$:

$$\hat{\psi}_{1,1}(\varphi) = \int_0^{T/2} \psi(t) E_{*,1}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t) dt \quad (32.1)$$

$$\hat{\psi}_{1,2}(\varphi) = \int_{T/2}^T \psi(t) E_{*,2}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t) dt \quad (32.2)$$

Summing up (32.1) and (32.2), on base of equalities (13), (29) we obtain the (2×2) matrices

$$G_{1,1}(\Delta_2) = \hat{\psi}_{1,1}(\varphi) + \hat{\psi}_{1,2}(\varphi)$$

Check the invertibility of matrix $[I - G(\Delta_2)]$.

If this matrix is invertible, then we find its inverse and represent it in the form

$[I - G(\Delta_2)]^{-1} = M_{1,1}(\Delta_2)$, where $M_{1,1}(\Delta_2)$ is (2×2) matrix. Then move on to the next step of algorithm.

4. Solving again the Cauchy problem for the ordinary differential equations

$$\frac{dx}{dt} = A(t)z + A(t), x(0) = 0, t \in [0, 0.5]; \quad (33.1)$$

$$\frac{dx}{dt} = A(t)z + A(t), x(0.5) = 0, t \in [0.5, 1] \quad (33.2)$$

we find matrix functions $E_{*,1}(A(\cdot), A(\cdot), t)$ and $E_{*,2}(A(\cdot), A(\cdot), t)$ and

$$\frac{dx}{dt} = A(t)z + f(t), x(0) = 0, t \in [0, 0.5]; \quad (34.1)$$

$$\frac{dx}{dt} = A(t)z + f(t), x(0.5) = 0, t \in [0.5, 1] \quad (34.2)$$

we find matrix functions $E_{*,1\backslash}(A(\cdot), f(\cdot), t)$ and $E_{*,2\backslash}(A(\cdot), f(\cdot), t)$

5. Evaluate integrals

$$\hat{\psi}_{1,1} = \int_0^{T/2} \psi(t) dt, \quad \hat{\psi}_{1,2} = \int_{T/2}^T \psi(t) dt,$$

$$\hat{\psi}_{1,1}(A) = \int_0^{T/2} \psi(t) E_{*,1\backslash}(A(\cdot), A(\cdot), t) dt, \quad \hat{\psi}_{1,2}(A) = \int_{T/2}^T \psi(t) E_{*,2\backslash}(A(\cdot), A(\cdot), t) dt,$$

$$\hat{\psi}_{1,1}(f) = \int_0^{T/2} \psi(t) E_{*,1\backslash}(A(\cdot), f(\cdot), t) dt, \quad \hat{\psi}_{1,2}(f) = \int_{T/2}^T \psi(t) E_{*,2\backslash}(A(\cdot), f(\cdot), t) dt,$$

From the equalities (14), (15) and (29) we define the (2×2) matrices

$$V_{1,1}(\Delta_2) = \hat{\psi}_{1,1}(A) + \hat{\psi}(\varphi) \cdot \hat{\psi}_{1,1}, \quad V_{1,2}(\Delta_2) = \hat{\psi}_{1,2}(A) + \hat{\psi}(\varphi) \cdot \hat{\psi}_{1,2}$$

and two dimensional vectors

$$g(f, \Delta_2) = \hat{\psi}_{1,1}(f) + \hat{\psi}_{1,2}(f)$$

6. Form the system of linear algebraic equations with respect to parameters

$$Q_*(\Delta_2)\lambda = -F_*(\Delta_2), \quad \lambda \in R^4 \quad (35)$$

The elements of matrix and vector $F_*(\Delta_2) = (-d + CF_2(\Delta_2), F_1(\Delta_2)) \in R^4$ are defined by the equalities (14), (15) where in view of (29) instead of

$$X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) d\tau, \quad X(t) \int_{T/2}^T X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) d\tau, \quad X(t) \int_0^{T/2} X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad X(t) \int_{T/2}^T X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau,$$

we can input $E_{*,1}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t)$, $E_{*,2}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t)$ and $E_{*,1}(A(\cdot), f(\cdot), t)$, $E_{*,2}(A(\cdot), f(\cdot), t)$ respectively.

Invertibility of matrix is equivalent to the well-posedness of problem (1),(2).

Solving system (35) we find $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2) \in R^4$.

7. By the equalities

$$\mu = M_{1,1}(\Delta_2) \mathcal{N}_{1,1}(\Delta_2) \lambda_1 + M_{1,1}(\Delta_2) \mathcal{N}_{1,2}(\Delta_2) \lambda_2 + M_{1,1}(\Delta_2) g(f, \Delta_2) \quad (36)$$

we find the components of μ and construct the function

$$\tilde{F}(t) = \varphi(t) \left[\mu + \int_0^{T/2} \psi(s) ds \lambda_1 + \int_{T/2}^T \psi(s) ds \lambda_2 \right] + f(t) \quad (37)$$

Recall that $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$, where $x^*(t)$ is a solution to the boundary value problem (1),(2). Therefore solving system (35), we find the values of solution at the other points of subinterval

$[t_{r-1}, t_r)$ are determined by solving the following Cauchy problem for ordinary differential equation

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \tilde{F}(t), \quad x(0) = \lambda_1, \quad x\left(\frac{T}{2}\right) = \lambda_2, \quad t \in [0, T) = \left[0, \frac{T}{2}\right) \cup \left[\frac{T}{2}, T\right)$$

Now we consider on $[0, T]$ the linear boundary value problem for Fredholm integro-differential equation (1) and (2) with degenerate kernel, where

$$A(t) = \begin{pmatrix} t^2 & 0 \\ 1 & t \end{pmatrix}, \quad f(t) = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} - \frac{1}{2}t - t^3 \\ 3 + \frac{1}{2}t - \frac{3}{2}t^2 \end{pmatrix}, \quad T = 1, \quad \varphi(t) = \begin{pmatrix} t^2 & 1 \\ 2 & t \end{pmatrix}, \quad \psi(t) = \begin{pmatrix} t & 2t \\ 1 & t \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad d = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Partition of interval $t \in [0, T]$ into 2 parts: $t_0 = 0 < t_1 = \frac{1}{2} < t_2 = 1$, which we denote by Δ_2 ,

$N=1,2$.

Solving the Cauchy problems for matrix ordinary differential equations we evaluate the matrix functions

$$E_{*,1}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t) = \begin{pmatrix} \frac{1}{3}t^3 & t + \frac{1}{4}t^4 \\ 2t + \frac{2}{3}t^3 + \frac{1}{12}t^4 + \frac{2}{15}t^5 & t^2 + \frac{1}{4}t^4 + \frac{1}{20}t^5 \end{pmatrix}$$

and

$$E_{*,2}(A(\cdot), \varphi(\cdot), t) = \begin{pmatrix} \frac{1}{4}t - \frac{1}{8} + \frac{17}{32}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{59}{128}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 & t - \frac{1}{2} + \frac{1}{8}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{11}{32}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 \\ + \frac{459}{2048}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{8587}{40960}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 & + \frac{155}{512}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{223}{2048}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \\ 2t - 1 + \frac{5}{8}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{91}{96}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 & \frac{1}{2}t - \frac{1}{4} + \frac{9}{8}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{19}{48}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 \\ + \frac{599}{1536}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{8399}{30720}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 & + \frac{5}{12}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{1393}{7680}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \end{pmatrix}$$

by Taylor series. Multiply each (2×2) matrix of (31.1) and (31.2) to the (2×2) matrix $\psi(t)$, and integrate on $[0, T]$:

$$\hat{\psi}_{1,1}(\varphi) = \begin{pmatrix} \frac{14339}{80640} & \frac{4031}{53760} \\ \frac{15011}{161280} & \frac{3841}{26880} \end{pmatrix}, \hat{\psi}_{1,2}(\varphi) = \begin{pmatrix} \frac{51751019}{94371840} & \frac{10521353}{33030144} \\ \frac{20470729}{2822263} & \frac{66060288}{11796480} \end{pmatrix}$$

Summing up (32.1) and (32.2), on base of equalities (13), (29) we obtain the (2×2) matrices

$$G_{1,1}(A_2) = \hat{\psi}_{1,1}(\varphi) + \hat{\psi}_{1,2}(\varphi) = \begin{pmatrix} \frac{53302460}{73400320} & \frac{64989997}{165150720} \\ \frac{6337913}{6337913} & \frac{31555393}{31555393} \\ \frac{15728640}{15728640} & \frac{82575360}{82575360} \end{pmatrix}$$

Check the invertibility of matrix $[I - G(A_2)]$

$$M_{1,1}(A_2) = [I - G(A_2)]^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{2808661428142080}{48217114094731} & \frac{1788857466224640}{48217114094731} \\ \frac{1831744066682880}{1831744066682880} & \frac{1244690461163520}{1244690461163520} \\ \frac{48217114094731}{48217114094731} & \frac{48217114094731}{48217114094731} \end{pmatrix}.$$

Solving again the Cauchy problem for the ordinary differential equations we find matrix functions

$$E_{*,1}(A(\cdot), A(\cdot), t) = \begin{pmatrix} \frac{1}{3}t^3 & 0 \\ t + \frac{1}{3}t^3 + \frac{1}{12}t^4 + \frac{1}{15}t^5 & \frac{1}{2}t^2 + \frac{1}{8}t^4 \end{pmatrix} \text{ and}$$

$$E_{*,2}(A(\cdot), A(\cdot), t) = \begin{pmatrix} \frac{1}{4}t - \frac{1}{8} + \frac{17}{32}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{59}{128}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 & 0 \\ + \frac{459}{2048}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{8587}{40960}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 & \\ t - \frac{1}{2} + \frac{3}{8}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{55}{96}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 & \frac{1}{2}t - \frac{1}{4} + \frac{5}{8}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{13}{48}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 \\ + \frac{431}{1536}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{5759}{30720}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 & + \frac{73}{384}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 + \frac{281}{3840}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \end{pmatrix} \text{ and}$$

we find matrix functions $E_{*,1}(A(\cdot), f(\cdot), t) = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}t - \frac{1}{4}t^2 - \frac{3}{8}t^4 - \frac{1}{20}t^5 \\ 3t + \frac{5}{12}t^3 + \frac{1}{120}t^5 \end{pmatrix}$ and

$$E_{*,2}(A(\cdot), f(\cdot), t) = \begin{pmatrix} -\frac{7}{8}t + \frac{7}{16} - \frac{47}{64}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{655}{768}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 - \frac{8671}{12288}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 - \frac{86687}{245760}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \\ \frac{23}{8}t + \frac{23}{16} - \frac{7}{32}\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{17}{96}\left(t - \frac{1}{2}\right)^3 - \frac{755}{3072}\left(t - \frac{1}{2}\right)^4 - \frac{1601}{12288}\left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \end{pmatrix}$$

Evaluate integrals

$$\hat{\psi}_{1,1} = \int_0^{T/2} \psi(t) dt = \begin{pmatrix} \frac{1}{8} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{8} \end{pmatrix}, \quad \hat{\psi}_{1,2} = \int_{T/2}^T \psi(t) dt = \begin{pmatrix} \frac{3}{8} & \frac{3}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{3}{8} \end{pmatrix},$$

$$\hat{\psi}_{1,1}(A) = \begin{pmatrix} \frac{7271}{80840} & \frac{25}{1536} \\ \frac{7943}{161280} & \frac{25}{3072} \end{pmatrix}, \quad \hat{\psi}_{1,2}(A) = \begin{pmatrix} \frac{11821063}{220200960} & \frac{6791117}{23592960} \\ \frac{983579}{15728640} & \frac{2126437}{9175040} \end{pmatrix},$$

$$\hat{\psi}_{1,1}(f) = \begin{pmatrix} \frac{24671}{107520} \\ \frac{1123}{21504} \end{pmatrix}, \quad \hat{\psi}_{1,2}(f) = \begin{pmatrix} \frac{66021093}{146800640} \\ \frac{88284421}{660602880} \end{pmatrix},$$

From the equalities (14), (15) and (29) we define the (2×2)

$$\text{matrices } V_{1,1}(A_2) = \begin{pmatrix} \frac{665358143}{1761607680} & \frac{130542043}{528482304} \\ \frac{256040191}{880803840} & \frac{206958959}{1321205760} \end{pmatrix}, \quad V_{1,2}(A_2) = \begin{pmatrix} \frac{4115162879}{5284823040} & \frac{2251599061}{2642411520} \\ \frac{1407528767}{2642411520} & \frac{694243981}{1321205760} \end{pmatrix}$$

and two dimensional vectors

$$g(f, \Delta_2) = \hat{\psi}_{1,1}(f) + \hat{\psi}_{1,2}(f) = \begin{pmatrix} 59823139 \\ 88080384 \\ 122782981 \\ 660602880 \end{pmatrix}$$

Solving system $Q_*(\Delta_2)\lambda = -F_*(\Delta_2), \lambda \in R^4$ we find $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2) \in R^4$. $\lambda = \begin{pmatrix} 1.99116 \\ -3.38564 \\ 2.08943 \\ -2.59129 \end{pmatrix}$.

By the equalities

$$\mu = M_{1,1}(\Delta_2)V_{1,1}(\Delta_2)\lambda_1 + M_{1,1}(\Delta_2)V_{1,2}(\Delta_2)\lambda_2 + M_{1,1}(\Delta_2)g(f, \Delta_2) = \begin{pmatrix} 0.278408 \\ 0.158395 \end{pmatrix}$$

we find the components of μ and construct the function

$$\tilde{F}(t) = \varphi(t) \left[\mu + \int_0^{T/2} \psi(s) ds \lambda_1 + \int_{T/2}^T \psi(s) ds \lambda_2 \right] + f(t)$$

Solving $\frac{dx}{dt} = A(t)x + \varphi(t) \left[\mu + \int_0^{T/2} \psi(s) ds \lambda_1 + \int_{T/2}^T \psi(s) ds \lambda_2 \right] + f$. differential equation with initial

values $x_1(0) = \lambda_1$, and $x_2(0) = \lambda_2$, on $t \in [0, T)$ interval, and get

And form the approximate solution of boundary value problem (1) and (2) with

polynomial $x_1^*(t) = \begin{pmatrix} \frac{49779}{25000} + \frac{243001}{800000}t - \frac{1}{4}t^2 + \frac{682829}{4000000}t^3 - \frac{556999}{3200000}t^4 - \frac{1}{20}t^5 \\ -\frac{84641}{25000} + \frac{4066167}{2000000}t - \frac{142251}{160000}t^2 + \frac{566167}{600000}t^3 - \frac{1436723}{8000000}t^4 - \frac{3825649}{240000000}t^5 \end{pmatrix} =$

$$\begin{pmatrix} 1.99116 + 0.303751t - 0.250000t^2 + 0.170707t^3 - 174062t^4 - 0.05t^5 \\ -3.38564 + 2.03308t - 0.889069t^2 + 0.943612t^3 - 0.179590t^4 - 0.159402t^5 \end{pmatrix}, t \in \left[0, \frac{T}{2}\right)$$

$$x_2^*(t) = \begin{pmatrix} \frac{208943}{100000} + \frac{1301587}{1600000} \left(t - \frac{1}{2}\right) - \frac{39633341}{128000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{453461981}{1530000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^3 \\ -\frac{8000052941}{24576000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^4 - \frac{67460025613}{491520000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \\ -\frac{259129}{100000} + \frac{8900673}{8000000} \left(t - \frac{1}{2}\right) - \frac{859959}{800000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{158019293}{384000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^3 \\ -\frac{806873949}{2048000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^4 - \frac{22954531387}{122880000000} \left(t - \frac{1}{2}\right)^5 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 2.04876 + 0.0813492t - 0.309635(t - 0.5)^2 - 0.295223(t - 0.5)^3 \\ -0.325523(t - 0.5)^4 - 0.137248(t - 0.5)^5 \\ -3.14758 + 1.11258t - 1.07495(t - 0.5)^2 - 0.411509(t - 0.5)^3 \\ -0.393981(t - 0.5)^4 - 0.186804(t - 0.5)^5 \end{pmatrix}, t \in \left[\frac{T}{2}, 1\right)$$

REFERENCES

- [1] Dzhumabaev D.S. Criteria for the unique solvability of a linear boundary-value problem for an ordinary differential equation. USSR Comput. Maths. Math. Phys. 29 (1989) 34-46
- [2] Dzhumabaev D.S. A Method for solving the Linear Boundary Value problem for an Integro-Differential Equation //Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2010. Vol. 50. No 7. P. 1150-1161.
- [3] Dzhumabaev D.S. On one approach to solve the linear boundary value problems for integro-differential equations //Journal of Computational and Applied Mathematics. 2015. Vol. 294. No 6. P. 342-357.
- [4] Nekrasov A. I. On a Class of Linear Integro- Differential Equations, Tr. Tsentr. Aerogidrodin. Inst. 190 (1934) 1-25.
- [5] Bykov Ya. V. On Some Problems in the Theory of Integro-Differential Equations.
- [6] Kirgiz. Gos. Univ., Frunze, 1957. [in Russian].
- [7] Volpert V. Elliptic Partial Differential Equations Vol 2:Reaction-Diffusion Equations.
- [8] Library of Congress Control Number: 2014937900. P. 564-581.
- [9] L.E. Krivoshein. Approximate methods for solving linear ordinary integro-differential equations . Akad. Nauk Kirg.SSR, Frunze, 1962 [in Russian].
- [10] Samoylenko AM, Ronto N.I. Numerical-analytical methods in the theory of boundary value problems of ordinary differential equations. Kiev. Naukova Dumka. 1992. 280.

Джумабаев Д.С., Муканова М.Ф.

Фредгольм интегро-дифференциалды тендеуі үшін сызықты шеттік есептің жуыкталған шешу әдісі

Резюме. Фредгольм интегро-дифференциалдык тендеуі үшін сызықтық шеттік есепті шешудің жуыкталған әдісі ұсынылды. Әдіс аралықты бірнеше бөлікке бөлу және қосымша параметрлерді бастапқы нүктелерінде шешімдер ретінде енгізуінде негізделген. Аралықты бөлу және параметрлерді сол жақ нүктелер мәні ретінде енгізу бастапқы есепті параметрлері бар интегро- дифференциалдык тендеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есепке алып келеді. Параметрлердің бекітілген мәндерінде интегро-дифференциалдык тендеулер жүйесі үшін арнайы Коши есебі шешіледі. Қарапайым дифференциалдык тендеулер үшін Коши есебі Тейлор қатары арқылы шешіледі және жуықтап шешу көпмүше түрінде ұсынылған. Параметр бар шеттік есептердің шамамен шешімдерді табу үшін салынған алгоритмдері көрсетілген.

Кілттік сөздер. Фредгольм интегро-дифференциалдык тендеуі, сызықтық шеттік есеп, параметрлеу әдісі, қарапайым дифференциалдык тендеулер үшін арнайы Коши есебі, Тейлор қатары.

Джумабаев Д.С., Муканова М.Ф.

Приближенный метод решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма

Резюме. Предложен приближенный метод решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма. Метод основан на разбиении интервала и введении вспомогательных параметров как значений решения в начальных точках подынтервалов. Вводя дополнительные параметры на разбиения интервалов, в качестве значений решения в левых точках подынтервалов исходную задачу сводим к многоточечной краевой задаче для системы интегро-дифференциальных уравнений с параметрами. При фиксированных значениях параметров решаются особые задачи Коши для системы интегро-дифференциальных уравнений. Задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений решаются методом рядов Тейлора и приближенное решение представлено в виде многочлена. Построенные алгоритмы нахождения приближенного решения краевых задач с параметром.

Ключевые слова. Интегро-дифференциальное уравнение Фредгольма, линейная краевая задача, метод параметризации, специальные задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, ряд Тейлора.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, А.А. Ажикенов

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Алматы, Республика Казахстан

e-mail:alibek.issakhov@gmail.com, azhikenov01@gmail.com)

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КРЫЛА
КОНЕЧНОГО РАЗМАХА ПРИ МАЛЫХ ЧИСЛАХ МАХА**

Аннотация. На сегодняшний день актуальна проблема с дизайнами крыльев самолетов, решением которой занимаются проектировщики ведущих производителей по всему миру. На основе данной проблемы было проведено исследование профиля крыла NASA-2415 на аэродинамические характеристики.

Математическая модель состоит из уравнений Навье-Стокса для сжимаемого газа, а также выбрана модель Спаларт-Аллмараса (одна из турбулентных моделей), которая используется в авиационных задачах. Решение произведено с помощью метода SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations). Для проверки численного алгоритма, граничных и начальных условий, было проведено тестовое вычисление. За основу тестовой задачи было выбрано исследование потоков воздуха вокруг цилиндра с круглым основанием. Результаты, полученные при решении тестовой задачи, совпадают с результатами других авторов, что говорит о правильности алгоритма и возможности исследования других объектов. Параметры, на которые было отведено особое внимание: компоненты скорости, давление, плотность, энергия, число Маха и турбулентная вязкость. Исследовав потоки и получив коэффициенты подъема и сопротивления, заключили, что NASA-2415 имеет оптимальную форму и может использоваться в конструкции летательных аппаратов.

Ключевые слова: аэродинамика крыла, уравнения Навье-Стокса, турбулентные потоки, модель Спаларт-Аллмараса, NASA-2415.

Введение

Люди летают и транспортируют грузы по всему миру на самолетах, которые являются самым быстрым способом перемещения на большие расстояния. Кроме того, создаются всё более новые истребители. Но данный вид транспорта - дорогое удовольствие, и требует огромных затрат на проектирование и производство аппаратов. Следовательно, цены на авиабилеты высокие, что значительно снижает использование самолетов, особенно на незначительные расстояния. В результате люди работают над сокращением затрат на производство самолетов и в то же время обеспечением им лучшей летной производительностью. Задачи производителей на сегодняшний день - увеличить размеры самолетов, создать легкий и недорогой материал, чтобы свести к минимуму стоимость производства и расход топлива. Одним из основных решений этой проблемы является моделирование конструкции крыла, поскольку крыло является самой важной частью самолета, которое обеспечивает его подъемной силой. Ведущие производители самолетов (Boeing, Airbus S.A.S., производящие 306 и 295 самолетов в год соответственно) занимаются решением этих проблем, уделяя особое внимание дизайнам бортов, особенно крыльям. Огромное количество организаций и отдельных ученых занимались изучением воздушных потоков вокруг крыльев.

Существует много работ, посвященных исследованиям аэродинамических профилей конструкций, аэродинамике, чтобы оптимизировать их способность работать как можно дольше и формировать для снижения затрат на производство. Грегори и О'Рейли в своей работе (1973) [1] вычислили, что аэродинамическая поверхность NASA0012 демонстрирует два типа застопоривания:

- 1) задний фронт на всех числах Рейнольдса;
- 2) смешение переднего края / задней кромки на промежуточном числе Рейнольдса.

В работах Бререна и Брэга (1999) [2,3] (Брэгг и Генрих до 1996 года [3], Риной и Такемуры (2004) [4]) мы можем найти исследования, связанные с осциллирующими случаями, замеченными вблизи углов наклона аэродинамических поверхностей.

Вихрь, пронизывающий вокруг аэродинамических поверхностей, является проблемой, которая полезна для проектирования турбомашин (включая пропеллеры, ветряные турбины, турбины и т. д.).

Действительно, это явление сложного течения, которое включает в себя разделение потока от передней кромки, переход к турбулентности в разделенном слое сдвига и разделение вихрей. Этот вихрь также вызывает сильные колебания при подъеме и торможении. Было показано у Бререна и Брэга (1998) [5], что, в зависимости от типа сваливания, эти нестационарные эффекты могут иметь

разные амплитуды, наиболее серьезными являются те, которые возникают в типе с коротким аэродинамическим/задним фронтом. Однако механизмы квазипериодических колебаний, наблюдаемые вблизи поведения сваливания и срыва, которые не влияют на эффективность аэродинамического профиля, до сих пор не полностью поняты. Таким образом, изучение механизма разделения и перехода в пограничный слой - это и ключевые аспекты совершенствования инженерных проектов.

Прогресс в динамике вычислительной жидкости наряду с увеличением емкости параллельных компьютеров позволил решить сложные турбулентные задачи с использованием высокопроизводительных численных методов, таких как прямое численное моделирование (DNS) (Лемкул, 2011, Родригез, 2011, 2012) [6,7,8,9,10,11]. DNS играет ключевую роль в улучшении понимания явлений турбулентности и моделирования переходных потоков в сложных геометриях.

1 Исследование потока вокруг крыла самолета

Крыло в аэротехническом понятии представляет собой поверхность, предназначенную для создания подъемной силы устройства и имеющую определенную форму в поперечном сечении, оптимальную для сопротивления с потоком. Его можно разделить на три составляющие: левую полуплоскость, центральное крыло и правую полуплоскость. Полуплоскости могут иметь различного рода модификации, такие как наконечник, закрылки и предкрылки. Объектом исследования данной работы стал профиль NACA-2415, который относится к «4-Digit» семейству крыльев и имеет несимметричную форму.

2 Математическая модель

За основу математической модели взята система уравнений Навье-Стокса для сжимаемого газа. Поток рассмотрен как турбулентный и описан моделью Спаларта-Аллмараса (модель 1-уравнения для турбулентного потока, одна из RANS моделей).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2 + p - \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho uv - \tau_{yx}) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho uv - \tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v^2 + p - \tau_{yy}) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(E_t) + \frac{\partial}{\partial x}[(E_t + p)u + q_x - u\tau_{xy}] + \frac{\partial}{\partial y}[(E_t + p)v + q_y - v\tau_{yx}] = 0 \quad (4)$$

$$p = \rho RT \quad (5)$$

$$\frac{\partial \hat{\rho}}{\partial t} + u_j \frac{\partial \hat{\rho}}{\partial x_j} = c_{b1} \hat{S} \hat{\rho} - c_{w1} f_w \rho \left(\frac{\hat{v}}{d}\right)^2 + \frac{1}{\sigma} \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial \hat{v}}{\partial x_j}\right) + \frac{1}{\sigma} \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\sqrt{\rho \hat{v}} \frac{\partial \sqrt{\rho \hat{v}}}{\partial x_j}\right) + \frac{c_{b2}}{\sigma} \frac{\partial \sqrt{\rho \hat{v}}}{\partial x_i} \frac{\partial \sqrt{\rho \hat{v}}}{\partial x_i} \quad (6)$$

где:

$$E_t = \rho \left(e + \frac{V^2}{2}\right) \quad \tau_{xy} = \tau_{yx} = (\mu + \mu_t) \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)$$

$$\tau_{xx} = \lambda(\nabla * V) + 2(\mu + \mu_t) \frac{\partial u}{\partial x} \quad \tau_{yy} = \lambda(\nabla * V) + 2(\mu + \mu_t) \frac{\partial v}{\partial y}$$

$$q_x = -k \frac{\partial T}{\partial x} \quad q_y = -k \frac{\partial T}{\partial y}$$

$$e = c_v T \quad |V| = \sqrt{u^2 + v^2} \quad \mu = \mu_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2} \frac{T_0 + 110}{T + 110} \quad \mu_t = \rho \hat{\nu} f_{v1}$$

где (1) – закон сохранения массы, (2,3) – уравнения движения, (4,5) – уравнения для энергии и давления соответственно, (6) – модель Спаларт-Аллмараса.

3 Численный алгоритм

Система уравнений Навье-Стокса, которую мы выбрали как управляющие уравнения задачи, решает SIMPLE-алгоритм. SIMPLE (Semi-Implicit Method for a Pressure-Linked Equations) является полунейным методом, предусмотренным для уравнений, связанных с давлением. Метод описывается как следующая последовательность.

1. Определите поле давления p^* .
2. Решение уравнений движения для определения u^* , v^* , w^* .
3. Решение уравнения p' .
4. Решение $p = p^* + p'$.
5. Найдите u , v , w .
6. Решения других аналогичных функций, таких как температура, концентрация, турбулентные характеристики, если это необходимо.
7. Представление исправленного p как нового p^* и возврат ко второму элементу до получения конвергентного результата.

Данный метод хорошо описан в книгах Андерсона и Чанга [12,13].

4 Численные результаты для тестовой задачи

За основу тестовой задачи взято исследование потока сжимаемого газа вокруг цилиндра с круглым основанием. Результаты, взятые в качестве результатов тестовой задачи, были получены другим автором в статье и изложены в статье [14]. Ниже приведены размеры и начальные значения.

На рисунке 1 изображена область тестовой задачи и размеры.

$$D=1, U_0 = 68.63 \text{ m/s}, Mach = 0.2, Re_D = 3900.$$

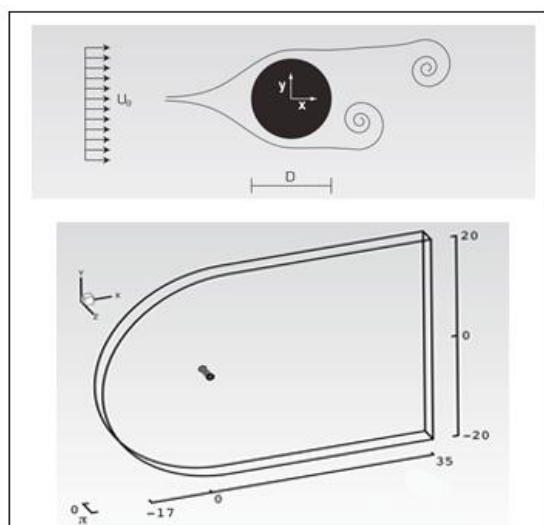


Рис. 1. Постановка тестовой задачи.

Вычисления произведены на программном комплексе Ansys. Рассмотрим граничные условия. В качестве границ проблемной области было выбрано «pressure-far-field» с параметрами ниже:

Манометрическое давление - 101300 Па.

Число Маха - 0,2.

X-компонент направления - 1.

Y-компонент направления - 0.

Коэффициент вязкости турбулентности - 10.

Температура (энергетическая характеристика) - 300 К.

Края объекта рассматривались как «wall».

Вычислительная сетка выглядит следующим образом, показанным ниже на рисунке 2:

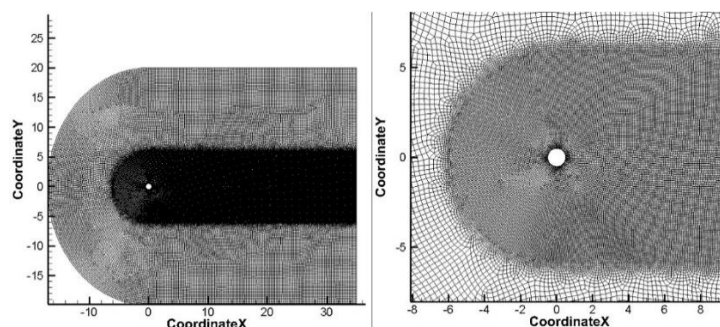


Рис 2. Вычислительная сетка области с цилиндром.

Рассмотрим плотность, горизонтальную и вертикальную компоненты скорости, давление, число Маха и турбулентную вязкость на момент времени $t=2.7$ соответственно.

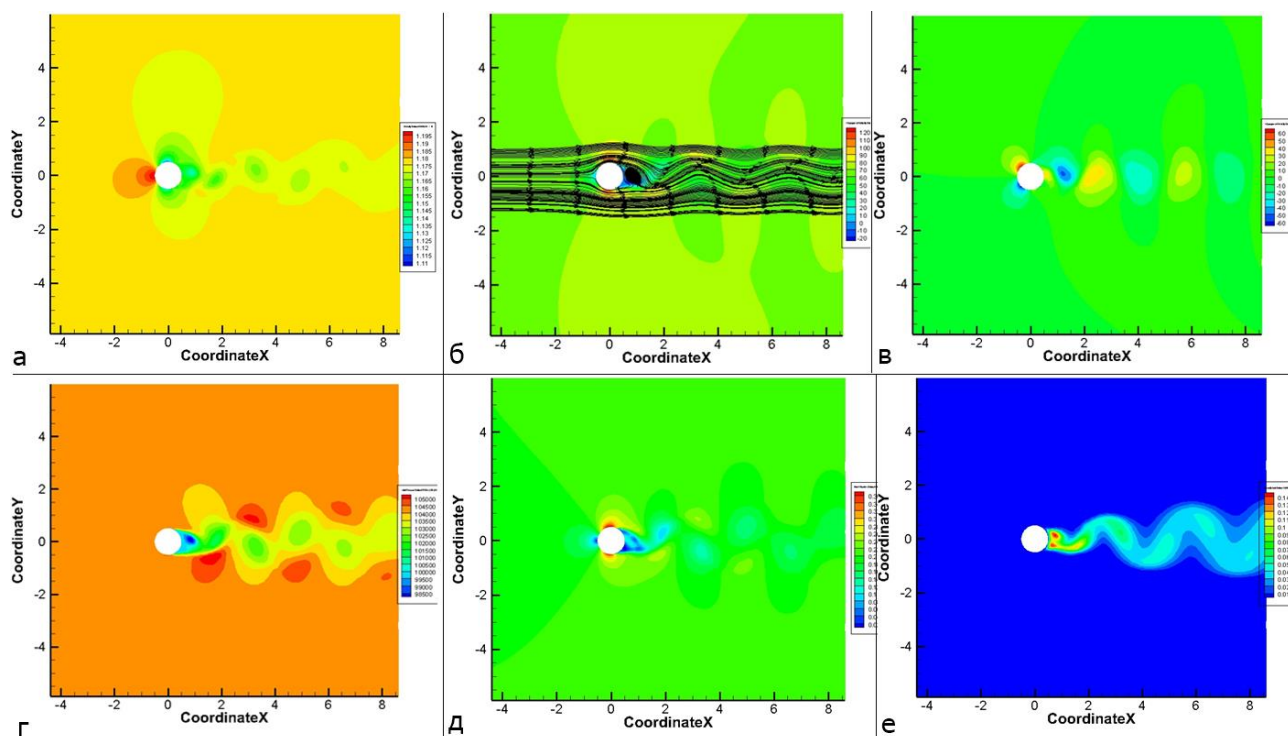


Рис. 3. а) плотность, б) горизонтальная компонента скорости, в) вертикальная компонента скорости, г) давление, д) число Маха, е) турбулентная вязкость при $t=2.7$ с.

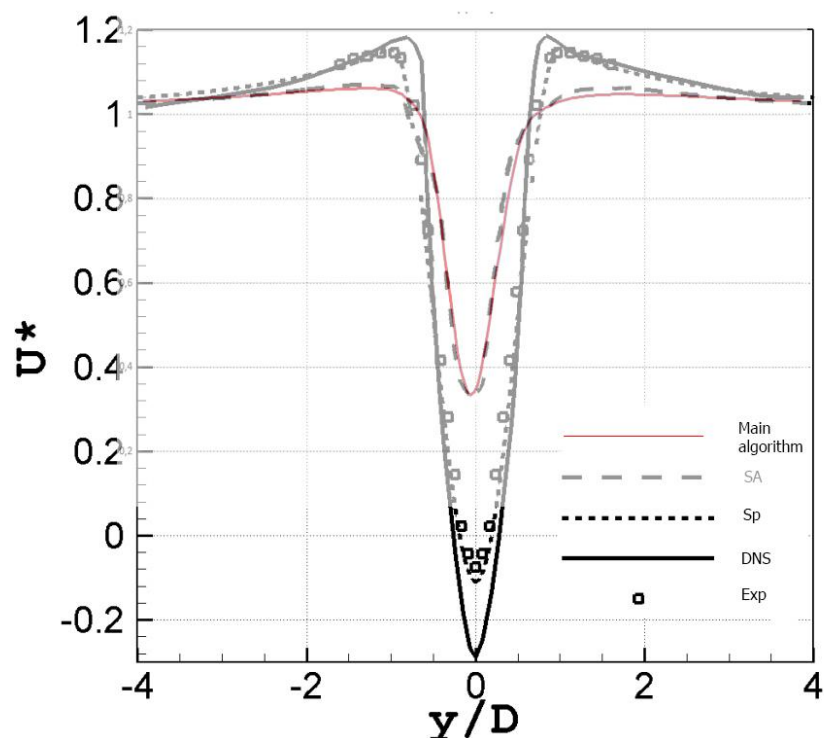


Рис. 4. Средние по времени результаты u/U_0 в точке $x=1.54$ главным алгоритмом (Спаларт-Аллмарас), Спаларт-Аллмарас другого автора, k-tau модели, DNS, экспериментальные.

На рисунке 3(б) видно образование вихря и можно заметить, что в данном случае мы имеем дорожку Кармана.

Сравним результаты U-компоненты скорости с результатами другого автора. Мы видим, что результаты решения модели Спаларт-Аллмараса почти идентичны. Что означает, что модель и алгоритм работают верно, и можем приступить к исследованию нашего профиля.

5 Численные результаты для обтекания крыла конечного размаха

Начальные и граничные условия для задачи обтекания крыла конечного размаха те же, что и в тестовой, за исключением числа Маха. ($Mach = 0.6$). Вычислительная сетка имеет вид (рисунок 5).

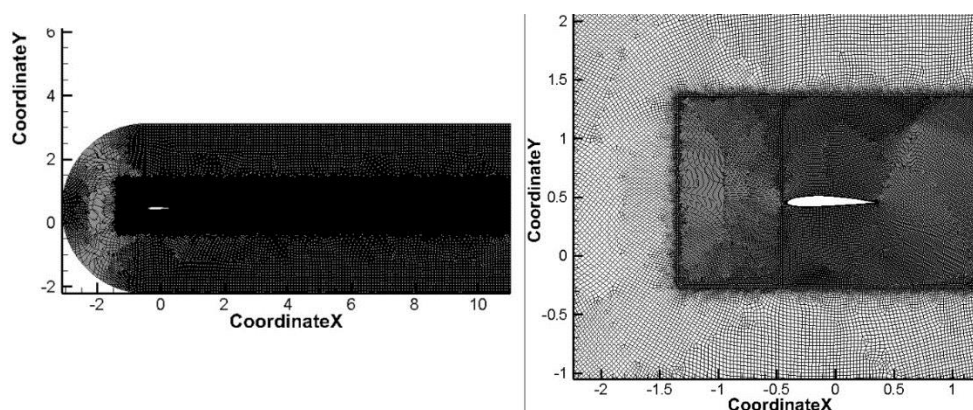


Рис. 5. Вычислительная сетка области с профилем NACA-2415.

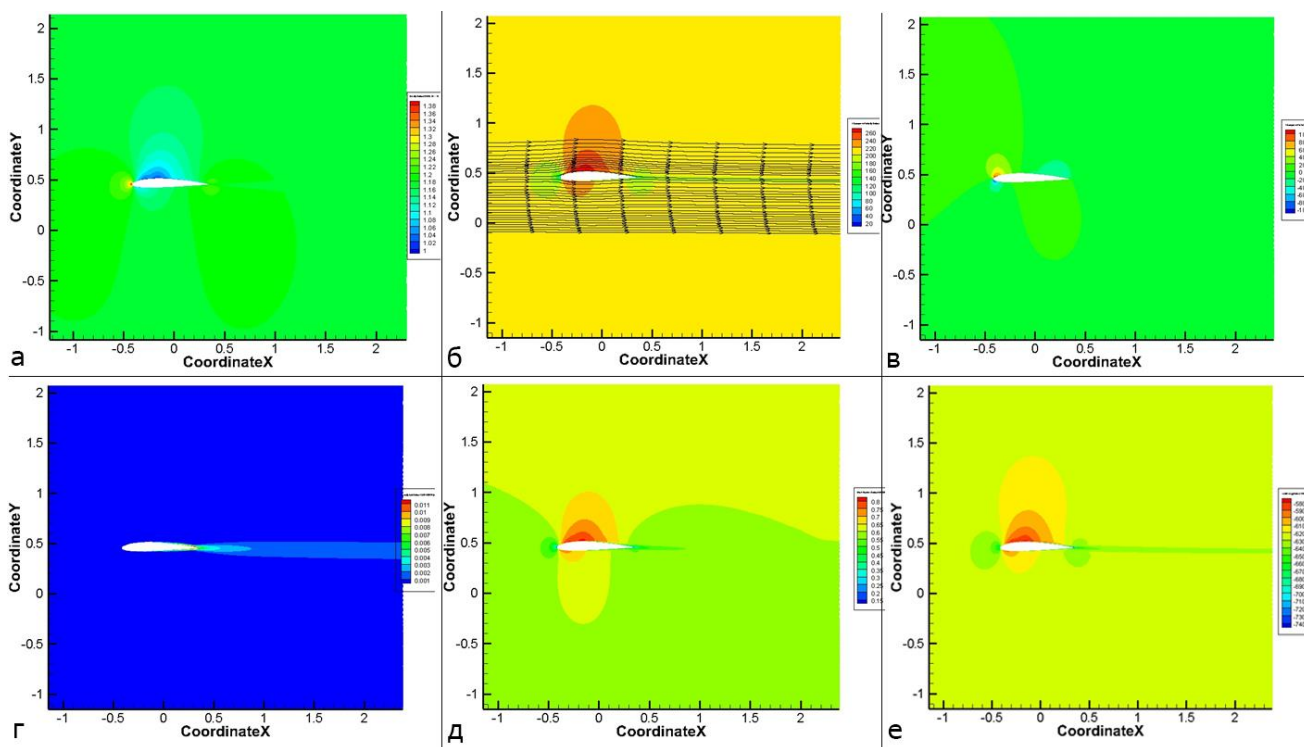


Рис. 6. а) плотность, б) горизонтальная компонента скорости, в) вертикальная компонента скорости, г) давление, д) число Маха, е) турбулентная вязкость при $t=2$ с.

По рисунку 3(б) видим отсутствие образования вихрей, это при рассмотренном угле атаки 0° , что говорит об оптимальной форме крыла.

Теперь рассмотрим профили горизонтальной скорости в сечениях, показанных на рисунке 7.

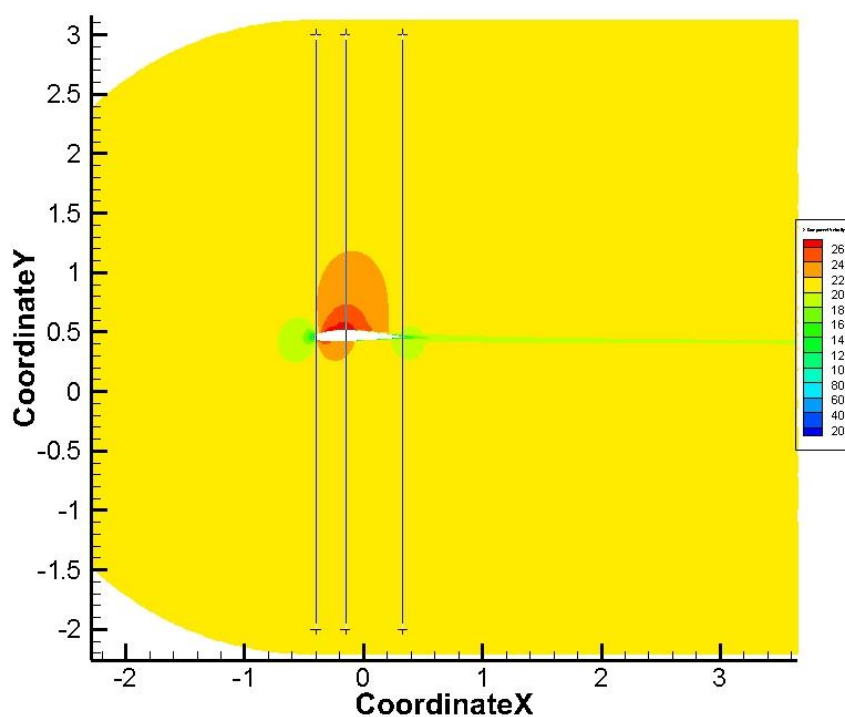


Рис. 7. Сечения в точках: $x=-0.4$, $x=-0.15$ и $x=0.33$.

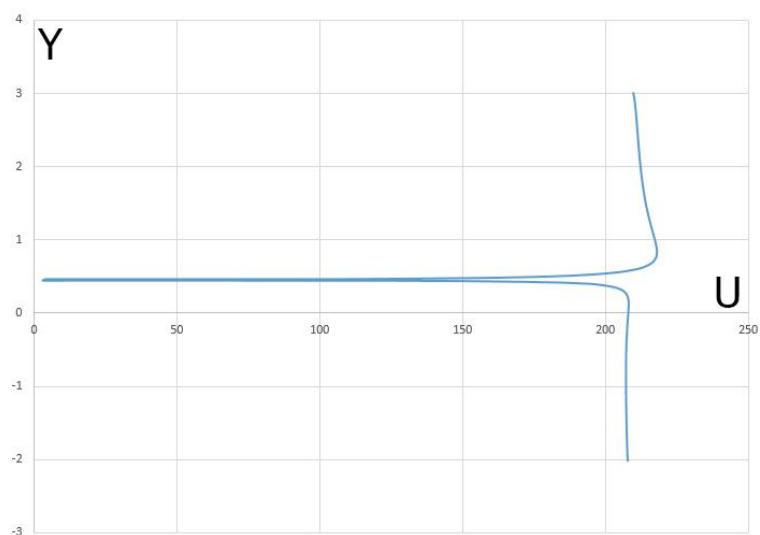


Рис. 8. Профиль U-компоненты скорости при $x=-0.4$ m.

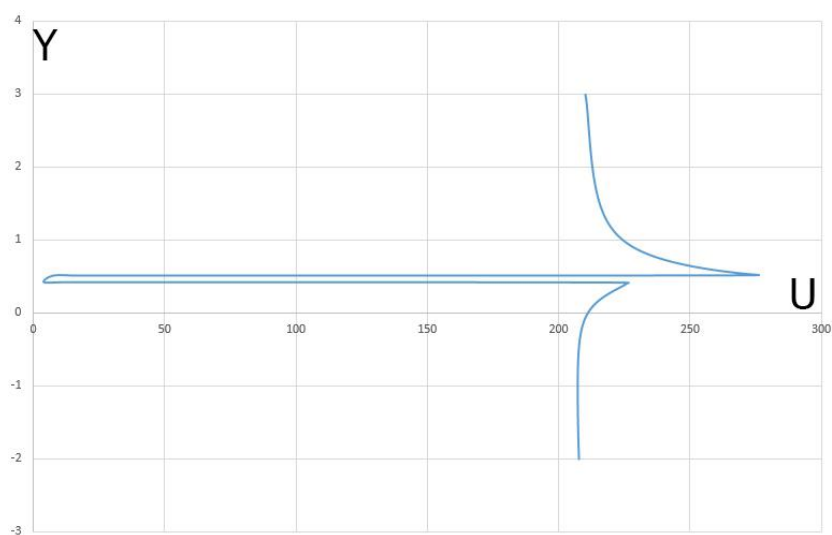


Рис. 9. Профиль U-компоненты скорости при $x=-0.15$ m.

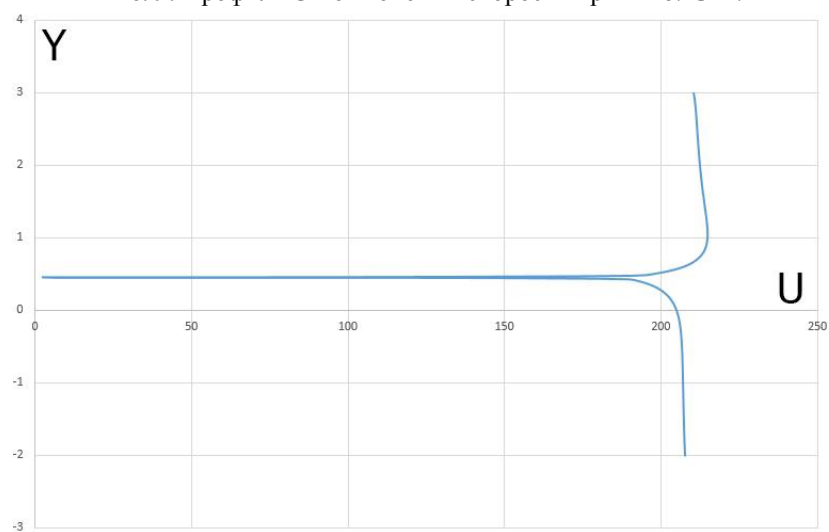


Рис. 10. Профиль U-компоненты скорости при $x=0.33$ m.

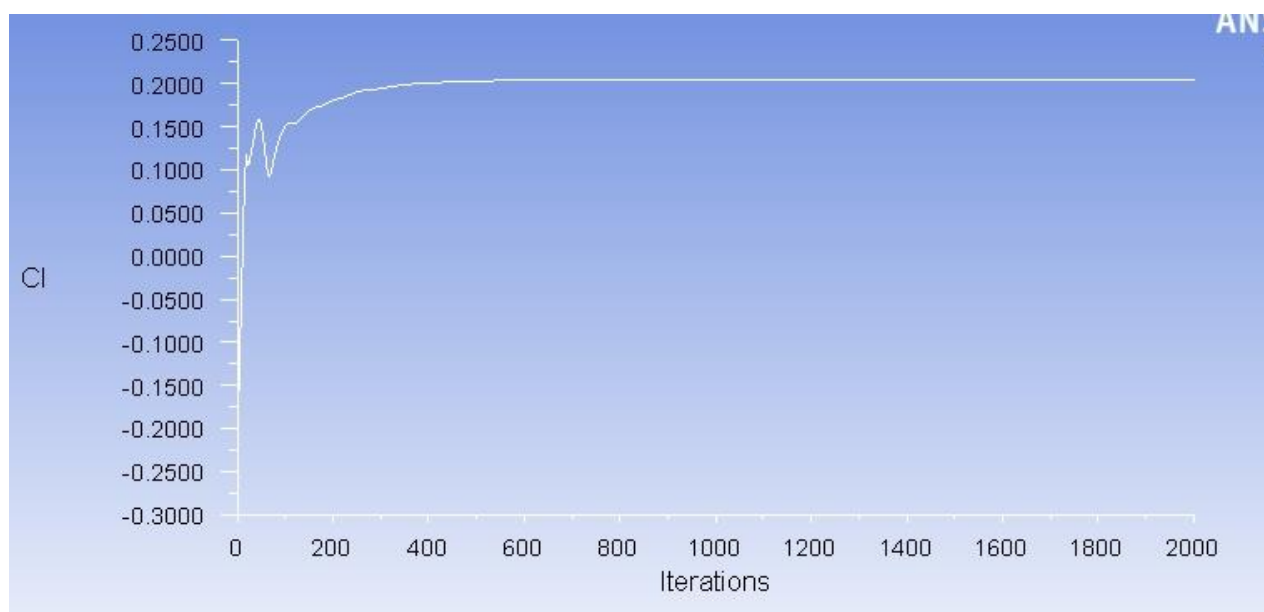


Рис. 11. Коэффициент подъемной силы

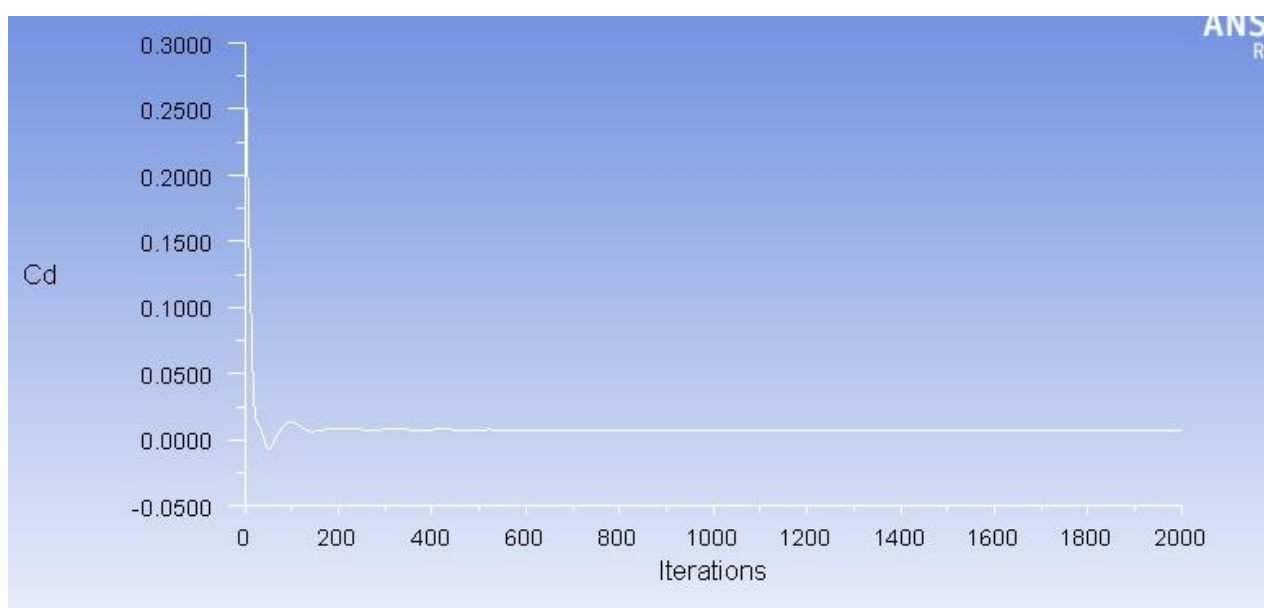


Рис. 12. Коэффициент сопротивления.

На рисунках 8-10 изображены профили горизонтальной скорости в сечениях при $x=-0.4$, $x=-0.15$ и $x=0.33$. Основной характеристикой профиля служит коэффициент подъемной силы, от которого зависит подъемная сила крыла. Коэффициенты подъемной силы и сопротивления в период времени от 0 до 2 секунд показаны ниже на рисунках 11 и 12.

Заключение.

Подводя итоги, можем заключить, что профиль NACA-2415 обладает оптимальным дизайном и может использоваться в проектировании летательных конструкций. А данная работа может послужить основанием для исследований сложных дизайнов крыла с различными модификациями. Выбранный численный алгоритм и начальные условия дали точные результаты, которые могут быть использованы другими учеными для проверки своих алгоритмов. В работе была исследована тестовая задача, результаты которой показали, что данный алгоритм работает корректно и может быть

использован для исследования профиля крыла. В качестве численного алгоритма взят алгоритм SIMPLE, а модели – турбулентная модель Спаларт-Алмараса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gregory, N., O'Reilly, C., 1973. Low-speed aerodynamic characteristics of a NACA 0012 airfoil section, including the effects of upper-surface roughness simulating hoar frost. Tech. Rep. R&M 3726, Ministry of Defence. Aeronautical Research Council, London.
- [2] Broeren, A., Bragg, M., 1999. Flow field measurements over an airfoil during natural low frequency oscillations near stall. *AIAA journal* 37 (1), 130–132.
- [3] Broeren, A., Bragg, M., 1998. Low-frequency flow field unsteadiness during airfoil stall and the influence of stall type. *AIAA Paper*, AIAA-98-2517.
- [4] Rinoie, K., Takemura, N., 2004. Oscillating behaviour of laminar separation bubble formed on an aerofoil near stall. *The aeronautical journal* 1 (2816).
- [5] Bragg, M., Heinrich, D., Balow, F., Zaman, K., 1996. Flow oscillation over an airfoil near stall. *AIAA journal* 34 (1), 199–201.
- [6] Lehmkuhl, O., Baez, A., Rodríguez, I., Perez-Segarra, C. D., 2011. Direct numerical simulation and Large-Eddy simulations of the turbulent flow around a NACA-0012 airfoil. In: 7th International Conference on Computational Heat and Mass Transfer. pp. 1–8.
- [7] Rodríguez, I., Borrell, R., Lehmkuhl, O., Pérez-Segarra, C., Oliva, A., 2011a. Direct Numerical Simulation of the Flow Over a Sphere at $Re = 3700$. *Journal of Fluids Mechanics* 679, 263–287.
- [8] Borrell, R., Lehmkuhl, O., Trias, F., Oliva, A., 2011. Parallel direct Poisson solver for discretisations with one Fourier diagonalisable direction. *Computational Physics* 230 (12), 4723–4741.
- [9] Rodríguez, I., Lehmkuhl, O., Borrell, R., Oliva, A., 2012. Flow dynamics in the wake of a sphere at sub-critical Reynolds numbers. *Computers & Fluids*.
- [10] Rodríguez, I., Lehmkuhl, O., Borrell, R., Pérez-Segarra, C., Oliva, A., 2011b. Low-frequency variations in the wake of a circular cylinder at $Re = 3900$. In: *Proceedings of the 13th European Turbulence Conference*.
- [11] Baez, A., Lehmkuhl, O., Rodriguez, I., Perez-Segarra, C., 2011. Direct Numerical Simulation of the turbulent flow around a NACA 0012 airfoil at different angles of attack. In: *Proceedings of 24th Conference on Parallel CFD, Barcelona, Spain*.
- [12] Anderson, D.A., Tannehill John C., Pletcher Richard H., 1990. *Computational fluid mechanics and heat transfer*. Second volume, 167-205.
- [13] Chung, T.J., 2010. *Computational fluid dynamics*. Second edition, 29-50.
- [14] Alejandra Uranga “Assessment of Turbulence Modeling for Compressible Flow Around Stationary and Oscillating Cylinders”, University of Victoria, Victoria, Canada, 2006.

Issakhov A.A, Azhikenov A.A.

Numerical simulation of flow around a finite span wing at low Mach numbers

Summary. Today, the problem with the design of aircraft wings, which is solved by designers of leading manufacturers around the world, is actual. On the basis of this problem, the wing profile of NACA-2415 was studied for aerodynamic characteristics.

The numerical model consists of the Navier-Stokes equations for a compressible gas, and the Spalart-Allmaras model (one of the turbulent models) that is used in aviation tasks is chosen. The solution is made using the SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations) method. To test the numerical algorithm, boundary and initial conditions, a test calculation was performed. As a basis for the test problem, a study was made of the flow of air around a cylinder with a circular base. The results obtained in the solution of the test problem coincide with the results of other authors, which indicates the correctness of the algorithm and the possibility of investigating other objects. Parameters that have been given special attention: velocity components, pressure, density, energy, Mach number and turbulent viscosity. After examining the flows and obtaining the coefficients of lifting and resistance, we concluded that the NACA-2415 has the optimal shape and can be used in the design of aircraft.

Key words: wing aerodynamics, Navier-Stokes equations, turbulent flows, the Spalart-Allmaras model, NACA-2415.

Исахов А.А., Ажикенов А.А.

Махтың кіші сандары бойынша ақырғы аралығының қанатының айналасындағы ағынының сандық модельдеуі.

Түйіндеме. Бүгінгі күні әлемдегі жетекші өндірушілердің дизайнерлері шешетін ұшақ қанаттарын жобалау мәселесі өзекті болып табылады. Осы проблеманың негізінде NASA-2415 қанатының профилі аэродинамикалық сипаттамалар үшін зерттелген.

Сандық модель сығылған газ үшін Навье-Стокс теңдеулері мен авиациялық тапсырмаларда пайдаланылатын Spalart-Allmaras моделі (турбулентті моделдердің бірі) таңдалады. Шешім SIMPLE (қысыммен байланысқан теңдеулер үшін жартылай жабық әдіс) әдісімен жасалады. Сандық алгоритмді, шекаралық және бастапқы жағдайларды тексеру үшін сынақ есептеу жүргізілді. Тесттік мәселе үшін негіз ретінде цилиндр айналасында айналмалы негізбен ауаның ағынын зерттеу жүргізілді. Тестілік тапсырманы шешу кезінде алынған нәтижелер басқа авторлардың нәтижелерімен сәйкес келеді, бұл алгоритмнің дұрыстығын және басқа объектілерді тергеу мүмкіндігін көрсетеді. Ерекше назар аударылған параметрлер: жылдамдық компоненттері, қысым, тығыздық, энергия, механикалық сан және турбулентті тұтқырлық. Ағындарды қарастырып, көтеру және қарсыласу коэффициенттерін алғаннан кейін NASA-2415 ұшағының оңтайлы нысаны бар және әуе кемелерін жобалау кезінде пайдаланылуы мүмкін деген қорытындыға келді.

Түйін сөздер: Қанат аэродинамикасы, Навье-Стокс теңдеуі, турбулентті ағымдар, Spalart-Allmaras моделі, NASA-2415.

УДК 539.12.04; 548:539.12.04

Н.Н. Жантурина, Л.Н. Мясникова, А.А. Бармина

(Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова
Актобе, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ НА ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Аннотация. В статье сделан подробный теоретический анализ конкурирующих процессов люминесценции и радиационного дефектообразования в щелочногалоидных кристаллах. На основе формул температурного тушения люминесценции и эффективности образования F -центров рассчитана энергия безызлучательных переходов автолокализованных экситонов в щелочногалоидных кристаллах. На графиках показаны относительные эффективности радиационного дефектообразования в кристаллах KI, KBr, RbI. Эффективность радиационного дефектообразования в кристалле KBr заметно увеличивается с температурой, воздействие одноосного сжатия уменьшает дефектообразование при 60 К – в 4 раза, при 140 К – почти в 2 раза. В кристалле KI, где сравнительно малый выход дефектообразования заметное влияние одноосной деформации на выход образования F -центров начинается от температуры в районе 120 К. В кристалле RbI, где температура тушения люминесценции АЛЭ выше, чем в кристалле KI, результаты моделирования показывают, что воздействие одноосного сжатия существенно влияет на процесс радиационного дефектообразования.

Ключевые слова: эффективность дефектообразования, щелочногалоидные материалы, люминесценция, формула Мотта.

Щелочногалоидные кристаллы (ЩГК) находят широкое применение в твердотельной электронике и оптике, в приборостроении. Широкая спектральная область оптической прозрачности ЩГК и свойство возникновения в них центров окраски с широкими полосами люминесценции и высоким квантовым выходом делают возможным использование этих сред в качестве пассивных лазерных затворов неодимовых лазеров и активных элементов лазеров с настраиваемыми характеристиками. Вместе с тем у них обнаружена высокая устойчивость к воздействию мощного лазерного излучения и возможность большого срока хранения при комнатной температуре, что еще более обостряет интерес к ним.

Электронные возбуждения (ЭВ), создающиеся в ЩГК являются своеобразной теоретической основой для исследования и объяснения оптических и структурных свойств ЩГК. С открытием в 1931 году Френкелем экситона, как бестокового возбуждения позволило объяснить процессы

люминесценции и дефектообразования в щелочногалоидных кристаллах через аннигиляцию экситонов, которая может быть излучательной и безызлучательной. Люминесцентные характеристики материалов и образование дефектов являются конкурирующими процессами, поэтому изучив закономерности радиационного дефектообразования можно анализировать изменение люминесцентных свойств.

Вероятность распада автолокализованных экситонов на F - H пары растет с температурой и это сопровождается температурным тушением люминесценции.

Рассмотрим процессы тушения люминесценции и образования дефектов при воздействии температуры и деформации.

При исследовании процесса автолокализации свободного экситона было выяснено, что время жизни определяется тремя процессами: излучательной аннигиляцией (τ), передачей энергии примесям и дефектам, автолокализацией (τ_a) [1].

Температурная зависимость свечения автолокализованных экситонов определяется выражением [2]

$$I = I_0 [1 + \nu \exp(-E / kT)]^{-1}, \quad (1)$$

где I_0 - интенсивность свечения при $T=4,2$ К; постоянные E и ν являются соответственно энергией активацией между излучательным и безызлучательным каналами аннигиляции экситонов и частотным фактором.

Температурную зависимость образования F -центра можно определить при помощи выражения

$$\eta = \eta_0 \nu \exp(-E / kT). \quad (2)$$

При приложении одноосного сжатия зарегистрирован эффект усиления люминесценции АЛЭ и уменьшения выхода радиационного дефектообразования в щелочногалоидных кристаллах [3], который, по видимому, связан с увеличением энергии активации между излучательным и безызлучательными каналами аннигиляции экситонов в ЩГК.

Нами разработана методика определения энергии активации между излучательным и безызлучательным каналами аннигиляции экситона. Квантовый выход люминесценции АЛЭ можно описать вероятностями переходов между электронными состояниями излучательными и с образованием дефектов, согласно следующей формуле:

$$\eta = \frac{I(T)}{I_0} = \frac{f_0}{f_0 + d} \quad (3)$$

где f_0 , d - вероятности люминесценции и радиационного дефектообразования АЛЭ в ЩГК. По Мотту вероятность излучательных переходов АЛЭ определяется временем жизни АЛЭ:

$$f_0 = \frac{1}{\tau_0}. \quad (4)$$

Время жизни АЛЭ зависит от скорости автолокализации, в работе [4, 5] показано, что скорость автолокализации экситонов увеличивается с температурой и были рассчитаны времена жизни экситонов до автолокализации в кристалле KI (Таблица 1)

Таблица 1. Время жизни до автолокализации экситонов в кристалле KI при разных температурах

Температура (К)	Время жизни до автолокализации экситонов (с)
4,2	$2,7 \times 10^{-5}$
$2,7 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-5}$
20	$2,7 \times 10^{-5}$
30	$2,658 \times 10^{-5}$
40	$2,049 \times 10^{-5}$
50	9×10^{-6}
60	$3,6 \times 10^{-6}$
70	$1,6 \times 10^{-6}$

Вероятность безызлучательного перехода АЛЭ зависит от температуры по экспоненциальной функции:

$$d = d_0 \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right) \quad (5)$$

С учетом (4) и (5) η имеет следующий вид:

$$\eta = \frac{I(T)}{I_0} = \frac{1}{1 + \tau_0 d_0 \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right)} \quad (6)$$

где $I(T)$ – интенсивность свечения АЛЭ, которая зависит от температуры, I_0 – интенсивность излучения АЛЭ перед температурным тушением.

Энергия активации безызлучательного перехода АЛЭ:

$$\varepsilon = \frac{2,3k \left[\lg\left(\frac{I_0}{I_1(T_1)} - 1\right) - \lg\left(\frac{I_0}{I_2(T_2)} - 1\right) \right]}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}}.$$

где $k = 0,86 \cdot 10^{-4}$ эВ – постоянная Больцмана.

Таким образом, регистрируя зависимость РЛ от температуры, можно рассчитать вероятности безызлучательной аннигиляции экситонов, и по наклону прямой $\lg\left(\frac{1}{\eta} - 1\right) \sim \left(\frac{1}{T}\right)$ определить энергию активации безызлучательного перехода при упругой деформации решетки.

По результатам экспериментов была определена энергия активации безызлучательного перехода, а также частотные факторы до и при одноосной деформации 1,5% (Таблица 2).

Таблица 2. Частотные факторы и энергии активации безызлучательных переходов для некоторых ЦГК

Кристалл	Частотный фактор V (10^{12} c^{-1}) до деформации	Частотный фактор V (10^{12} c^{-1}) при деформации	Энергия активации E (мэВ) до деформации	Энергия активации E (мэВ) при деформации
KI	1,2	1,64	132	169
RbI	1,89	2,29	43	113
KBr	3	3,07	23	33

На рисунках 1, 2, 3 приведены скореллированные эффективности образования дефектов и интенсивности люминесценции АЛЭ в кристаллах KI, KBr, RbI.

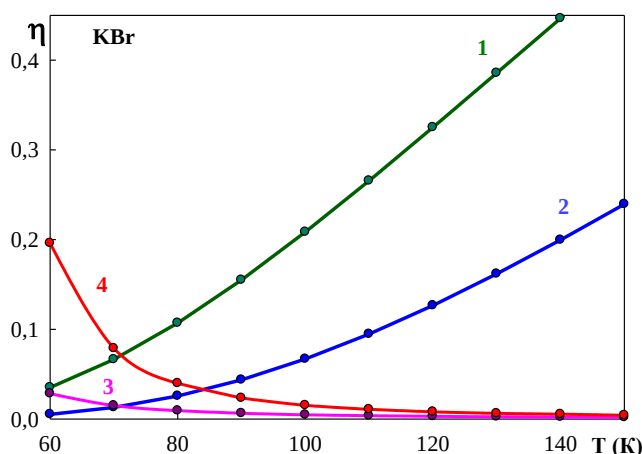


Рис. 1. Относительные эффективности радиационного дефектообразования в кристалле KBr до (1), при воздействии одноосной деформации 1,5% (2), люминесценции АЛЭ до (3) и при деформации 1,5% (4)

Эффективность радиационного дефектообразования в кристалле KBr заметно увеличивается с температурой, воздействие одноосного сжатия уменьшает дефектообразование при 60 К – в 4 раза, при 140 К – почти в 2 раза. До температуры около 100 К одноосное сжатие стимулирует усиление люминесценции АЛЭ – при 60 К – в 2 раза, с последующим ростом температуры эффект становится незаметным. Отношение эффективности дефектообразования при 140 К и эффективности люминесценции при 60 К равно 200 раз, при воздействии одноосного сжатия 1,5% - 1,15.

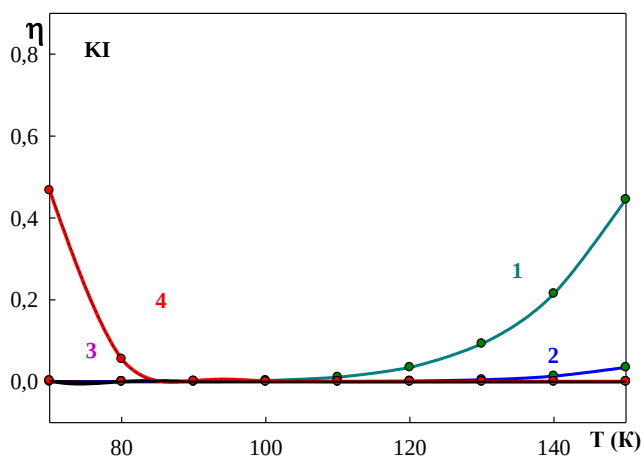


Рисунок 2 - Относительные эффективности радиационного дефектообразования в кристалле KBr до (1), при воздействии одноосной деформации 1,5% (2), люминесценции АЛЭ до (3) и при деформации 1,5% (4)

В кристалле KI, где сравнительно малый выход дефектообразования заметное влияние одноосной деформации на выход образования F -центров начинается от температуры в районе 120 К. Это, по видимому связано с тем, что при этой температуре происходит тушение люминесценции АЛЭ. Уже при температуре 150 К одноосное сжатие уменьшает выход дефектообразования в почти в 5 раз. Интенсивность люминесценции АЛЭ при воздействии упругой деформации 1,5 % при температуре 70 К возрастает примерно в 50 раз.

Отношение дефектообразования при 140 К и люминесценции при 60 К равно 2,2 раза.

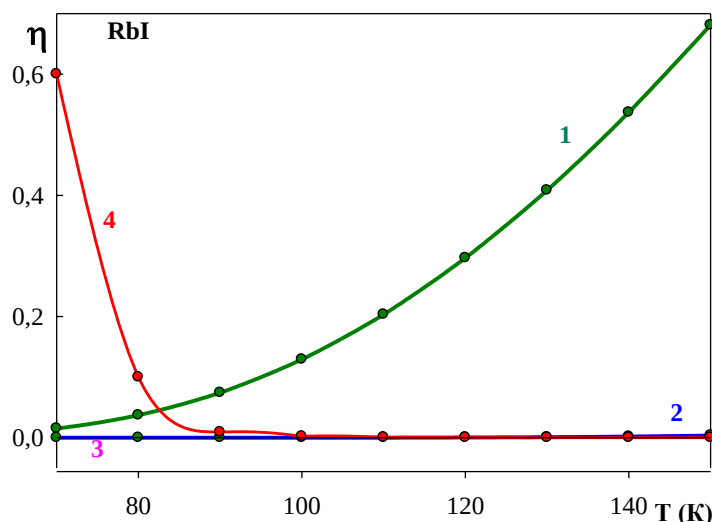


Рис. 3. Относительные выходы радиационного дефектообразования в RbI до одноосной деформации (1), при воздействии одноосной деформации 1,5% (2), выходы люминесценции АЛЭ до (3) и при деформации 1,5% (4)

В кристалле RbI, где температура тушения люминесценции АЛЭ выше, чем в кристалле KI, результаты моделирования показывают, что воздействие одноосного сжатия существенно влияет на процесс радиационного дефектообразования. При температуре 150 К дефектообразование в деформированном кристалле по сравнению с недеформированным уменьшается почти в 10 раз, деформация значительно увеличивает интенсивность люминесценции АЛЭ при температуре 70 К.

Данную закономерность можно использовать при исследовании широкого класса диэлектриков и полупроводниковых материалов. Радиационная технология получения материалов с заданными свойствами основывается на применении радиации для упрочнения материалов. Например, алмаз обладает большой энергией поглощения, значит эффект радиации в этом материале будет существенным, например на такие характеристики, как твердость, коэффициент упругости. Для существенного упрочнения и изменения характеристик щелочногалоидных материалов данный эффект является основополагающим, также вместе с радиацией можно применить метод применения одноосного сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жантурина Н.Н., Шункеев К.Ш. Моделирование кинетики автолокализации экситонов в кристаллах KI и RbI при всестороннем сжатии решетки //Материалы 7-ой Международной научной конференции «Современные достижения физики и фундаментальное физическое образование». – Алматы, 2011. – С.25– 26.
- [2] Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов С.А. Электронные возбуждения и радиолуминесценция щелочногалоидных кристаллов. – Рига: Зинатне, – 1979. –251 с.
- [3] Zhanturina N., Shunkeyev K. Rate of the exciton self-trapping in KI and RbI at different temperatures //The 26 th international conference on low temperature physics. – China, 2011. – P. 320.
- [4] с.Шункеев К.Ш., Жантурина Н.Н. Моделирование кинетики автолокализации экситонов в кристаллах KI и RbI //Вестник Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова. – 2011. – №3.– С. 3-8.
- [5] Zhanturina N., Shunkeyev K. Rate of the exciton self-trapping in KI and RbI at different temperatures // Journal of Physics: Conference Series. – 2012. V. 400. 052045.
- [6] Тулепбергенов С.К., Спивак-Лавров И.Ф., Шункеев К.Ш. Влияние анизотропного и изотропного напряжения на автолокализацию экситонов в ионных кристаллах //Вестник Актюбинского университета.– 2000.– № 2. –С. 12–17.

Жантурина Н.Н., Мясникова Л.Н., Бармина А.А.

Температураның және деформацияның сілтілі галоидты кристалдарда люминесценцияның және ақаулар пайда болуының салыстырмалы тиімділіктеріне әсер етуі

Резюме. Мақалада сілтілі галоидты кристалдарда бәсеке үрдістер люминесценцияның және радиациялық ақаулар пайда болуының үлкен теориялық талдауы жасалған. Люминесценцияның температуралық өшуі және F-орталықтарының пайда болуының салыстырмалы тиімділігінің формулалары негізінде қармалған экситондардың сәуле шығарусыз ауысуларының энергиясы есептелінген. Графиктерде KI, KBr, RbI кристалдары мысалында радиациялық ақаулар пайда болуының салыстырмалы тиімділіктері көрсетілген. KBr кристалында радиациялық ақаулар пайда болу тиімділігі температурамен шамалы өзгеріп тұрады, бірақ сығылу әсері 60 К-де ақаулар пайда болуын 4 есе, 140 К-де – 2 есе кемітеді. KI кристалында ақаулар пайда болуы өте аз, сондықтан ақаулар пайда болуына бірақ сығылу әсері 120 К-нен басталады. RbI кристалында өздігінен қармалған экситондардың люминесценциясының өшу температурасы KI-қа қарағанда жоғары, бірақ сығылу әсері радиациялық ақаулар пайда болу үрдісіне өте қатты әсер етеді.

Zhanturina N.N., Myasnikova L.N., Barmina A.A.

The influence of temperature and strain on the relative luminescence efficiency and defect formation in alkali halide crystals

Summary. In article was made a detailed theoretical analysis of the competing processes of luminescence and radiation defect formation in alkali halide crystals. On the basis of the formulas of temperature quenching of luminescence and efficiency of F-centers formation were obtained the energy of nonradiative transitions of self-trapped excitons in alkali halide crystals. The charts show the relative effectiveness of radiation defect formation in KI, KBr, RbI. The effectiveness of radiation defect formation in KBr crystal increases markedly with temperature, the influence of uniaxial compression reduces defect formation at 60 K – to 4 times, at 140 K - almost 2 times. In KI crystal, where a relatively low yield of defects formation the effect of uniaxial strain on the yield of F-centers starts at temperatures near 120 K. The crystal RbI where luminescence quenching temperature of self-trapped excitons higher than in KI crystal, simulation results show that the effect of uniaxial compression significantly affect the process of radiation defect formation.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, А.А. Тәжіғұлов

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Алматы, Республика Казахстан

e-mail:alibek.issakhov@gmail.com,tazhigulov.aidos@gmail.com)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА

Аннотация. В последние десятилетия знание характеристик потока вокруг наземных транспортных средств, таких как автомобили, имеет большое значение для проектировки этих транспортных средств, позволяет повысить энергетическую эффективность и динамические характеристики. Для достижения этих целей большое значение имеет численное моделирование. За основу математической модели была выбрана система уравнений Навье-Стокса для несжимаемого газа и для замыкания данной системы было использовано k-epsilon турбулентная модель. В качестве численного метода был выбран метод SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations), дискретизация произведена посредством метода конечных объемов. Для проверки численного алгоритма, граничных и начальных условий, было проведено тестовое вычисление. В качестве тестовой задачи было выбрано исследование потоков воздуха вокруг тела Ахмеда. Результаты, полученные в ходе решения тестовой задачи, совпадают с результатами других авторов, что подтверждает правильность алгоритма.

Ключевые слова: аэродинамическое обтекание, тело Ахмеда, уравнение Навье-Стокса, модель k-epsilon, Volkswagen T2.

Введение

На сегодняшний день, в мире, наблюдается дефицит нефти. Запасы нефти в недрах земли ограничены и в обозримом будущем не восстанавливаются. Периодичность обнаружения новых месторождений уменьшается, и рентабельность этих месторождений имеет плохие показатели. Более того, увеличивается количество потребляемой нефти.

Поскольку проблема истощения запасов ископаемых видов топлива становится все острее, производители выводят на рынок более экономичные автомобили. Одним из главных факторов, влияющих на потребление топлива, является аэродинамическое сопротивление.

Тело Ахмеда – это стандартная модель, которая широко применяется в автомобильной промышленности для валидации средств моделирования. Форма тела Ахмеда достаточно проста для моделирования, при этом геометрически достаточно близка к корпусу автомобиля. Простая геометрическая форма имеет длину 1,044 м, высоту 0,288 м и ширину 0,389 м. Цилиндрические опоры длиной 0,05 м прикреплены к нижней стороне корпуса (рисунок 1). Тело Ахмеда имеет разные углы наклона наклонной задней стороны (от 20 до 40 градусов). Вследствие этого изменяются свойства разделения пограничного слоя и образования вихрей. В этой статье мы рассмотрим обтекание тела Ахмеда с наклонной задней частью угла 25 градусов.

С. Кападия и др. [7] провели численный анализ тела Ахмеда с конфигурацией угла наклона 25° используя два разных подхода моделирования турбулентных течений: моделирование отсоединенных вихрей (DES) и уравнение нестационарной модели (RANS). Хан и др. [9] выполнил оптимизацию аэродинамической формы тела Ахмеда с тремя параметрами: угол подсветки (от 0° до 30°), угол наклона крыла (от 0° до 30°) и угол наклона (от 0° до 20°).

В качестве машины для исследования был выбран автомобиль Volkswagen, модели T2 (рисунок 2), так как, коэффициент обтекаемости этой модели равен 0,75. Дизайн автомобиля имеет прямоугольную форму и есть изгиб в лобовом отсеке с разделенным на две части лобовым стеклом. В свободном доступе нет работы по численному исследованию аэродинамики данного автомобиля. Для проверки численных методов и методов исследования было произведено моделирование аэродинамики тела Ахмеда.

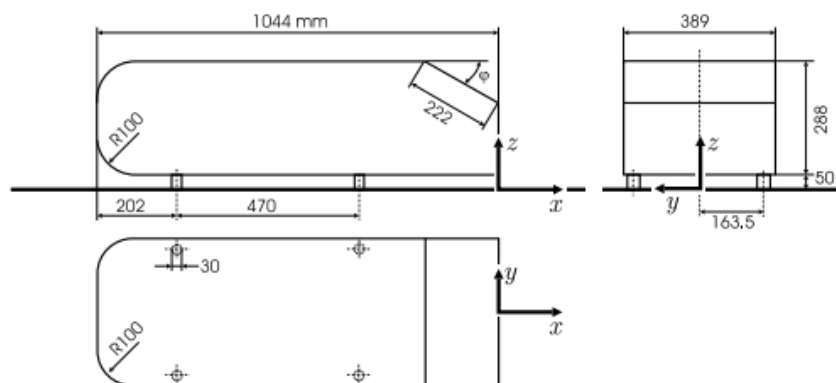


Рис. 1. Тело Ахмеда

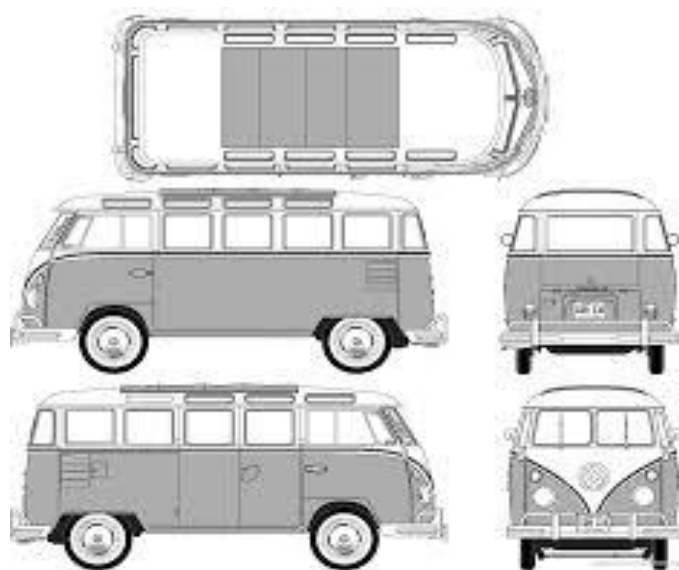


Рис. 2. Volkswagen T2

Математическая Модель

Для описания данного процесса используется уравнение Навье – Стокса для вязкой ньютоновской жидкости.

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu_{eff} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right]$$

где

$$\mu_{eff} = \mu + \mu_t,$$

$$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon},$$

$$C_\mu = 0.09$$

В качестве тестовой задачи берется задача, которая была описана в работе [3]. Скорость потока, используемая в этой статье, составляет $u_0=40$ м/с, а кинематическая вязкость воздуха $15 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Число Рейнольдса равно $2.784 \cdot 10^6$. Учитывая то, что число Рейнольдса очень большое, используется турбулентные модели RANS (Reynolds-averaged Navier–Stokes).

Модель k-epsilon:

Для замыкания данной системы уравнения используется стандартная турбулентная модель k-ε (k-epsilon). Модель k-epsilon зарекомендовала себя как стабильная и численно надежная, и имеет хорошо установленный режим прогнозирующей способности.

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_j k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \rho \varepsilon$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_j \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{\varepsilon}{k} (C_{\varepsilon 1} P_k - C_{\varepsilon 2} \rho \varepsilon),$$

где

$$P_k = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \left(3\mu_t + \frac{\partial u_k}{\partial x_k} + gk \right),$$

$$C_{\varepsilon 1} = 1.44$$

$$C_{\varepsilon 2} = 1.92$$

$$\sigma_k = 1.0$$

$$\sigma_\varepsilon = 1.3$$

Коэффициенты - $C_\mu, C_{\varepsilon 1}, C_{\varepsilon 2}, \sigma_k, \sigma_\varepsilon$, были взяты из работы Б.Е. Лаундер и Д.Б. Спалдинг [10].

Численные методы

Для численного решения системы уравнений используется алгоритм SIMPLE. SIMPLE - аббревиатура полу неявного метода для уравнений, связанных с давлением. Алгоритм SIMPLE был разработан профессором Патанкар и др. [5].

Алгоритм является итеративным. Основные шаги данного алгоритма выглядят в виде:

1. Задать граничные условия.
2. Вычислить градиенты скорости и давления.
3. Решить уравнение дискретизованного импульса для вычисления поля промежуточной скорости.
4. Вычислить нескорректированные потоки массы на гранях.
5. Решить уравнение коррекции давления для получения значений коррекции давления в ячейке.
6. Обновить поле давления: $p^{k+1} = p^k + urf * p'$, где urf - коэффициент пониженной релаксации давления.
7. Обновить поправки граничного давления p'_b
8. Исправить потоки массы лица: $m_f^{k+1} = m_f^* + m'_f$
9. Исправить скорости ячейки: $\vec{v}^{k+1} = \vec{v}^* + \frac{Vol \Delta p'}{a_p^v}$, где $\Delta p'$ - градиент поправок давления, a_p^v - вектор центральных коэффициентов для дискретизированной линейной системы, представляющей уравнение скорости, а vol - объем ячейки.
10. Изменить плотность из-за изменений давления.

Численные результаты

В работе, выполненной С. Р. Ахмедом и др. [1], характер течения вокруг тела (с данным числом Рейнольдса) изменяется с наклоном задней поверхности. После этой работы многочисленные эксперименты были проведены разными авторами. Среди научных исследований по аэродинамике тела можно выделить эксперимент, выполненный Ленхартом и др. [3].

Тело Ахмеда было помещено в прямоугольную аэродинамическую трубу. Размеры трубы $9.1944 \text{ м} \times 1.87 \text{ м} \times 1.4 \text{ м}$ (рисунок 3). Передняя часть тела Ахмеда находится на расстоянии 2.1014 м от входа, а задняя часть на расстоянии 6.048 м от выходного участка.

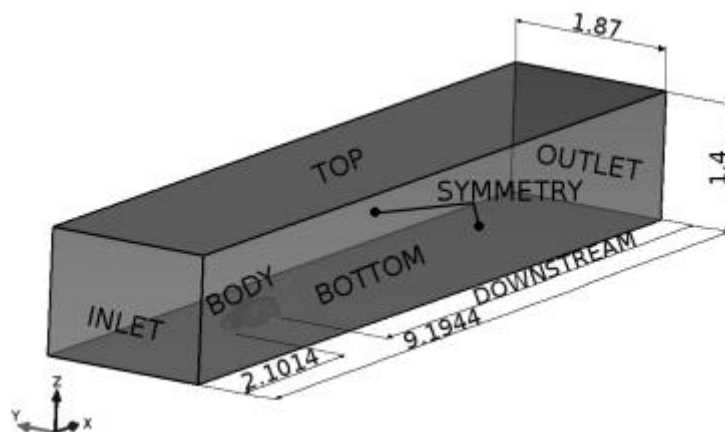


Рис. 3. Размеры сетки для тела Ахмеда

Наличие многочисленных численных и экспериментальных данных для исследования течения вокруг тела Ахмеда позволяет сделать алгоритм проверки и сравнить их с экспериментальными [3], как и с численными результатами [6]. Трехмерная модель была создана для изучения аэродинамики кузова автомашины Volkswagen T2.

Граничные условия для входа:

$$u = 40 \text{ м/с}, v = 0, w = 0,$$

Граничные условия для выхода:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial x} = 0.$$

Из-за условия эксперимента площадь выхода считается $\frac{3}{4}$ открытой, верхняя и боковая границы вычислительной области определяются условием симметрии.

На боковых границах ставится условие симметрии

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial y} = w = 0.$$

Условия симметрии на верхней границе вычислительной области:

$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial v}{\partial z} = w = 0.$$

Условия непроницаемой стенки на поверхности тела и в нижней части вычислительной области:

$$u = 0, v = 0, z = 0.$$

Вычислительная сетка

Вычислительная сетка была построена с использованием Ansys Meshing. Метод тетраэдра, использовался, как метод разбиения вычислительной области, потому что этот метод хорошо подходит, для вычисления сложных геометрии.

Был выбран достаточно маленький размер элемента, чтобы удовлетворить потребности в геометрии. Culvature Normal Angle – также важный критерий для правильного и наиболее точного разбиения вычислительной области, значение которого должно быть достаточно маленьким.

В данной задаче наиболее интересной областью является область вокруг обтекаемого тела, особенно задней части тела. Для этого в программном пакете Body Sizing была применена дополнительная опция, которая позволяет установить размер ячеек на дополнительной геометрии вокруг задней части обтекаемого тела.

Численные результаты для тела Ахмеда

На рисунке 4 показаны профили скорости, усредненные по времени вдоль потока в средней плоскости ($y=0$ м) заднего конца. На этом рисунке результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными, приведенными в работе Ленхарта и др. [3] и численными данными работы Алжуре и др. [6]. Согласно профилю скорости мы можем видеть, что на удалении от стенки тела наши профили, полученные численно, идентичны экспериментальным результатам. Этот факт объясняется тем, что в этой области уровень турбулентности очень низок.

В общих чертах согласие с экспериментом достаточно хорошее, но есть некоторые различия между расчетами и экспериментом [3] под углом наклона поверхности. В эксперименте поток отделяется непосредственно от угла наклонной поверхности, и крепление происходит в середине поверхности. В моделировании поток сначала остается прикрепленным, а затем немного отделяется вниз по потоку, и он прикрепляется ниже середины наклонной поверхности (рисунок 5).

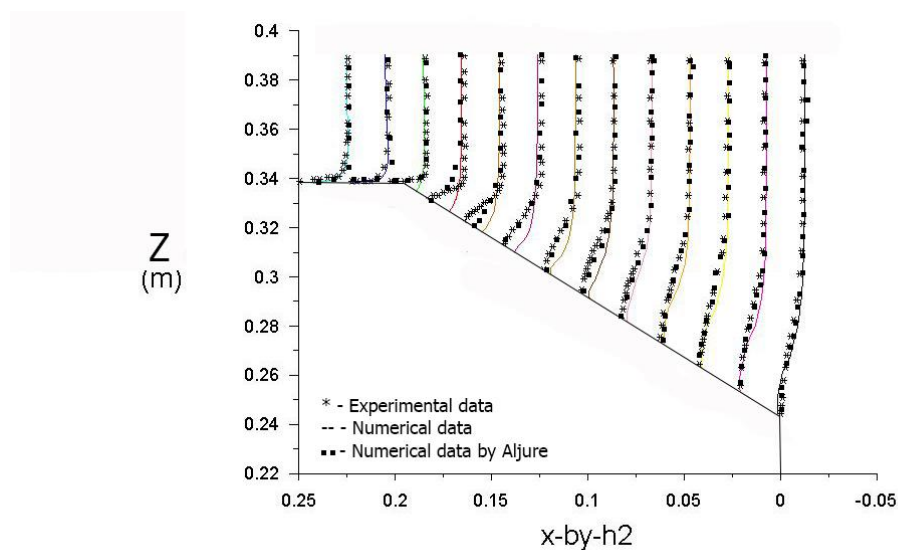


Рис. 4. Временные осредненные профили скорости. Плоскость симметрии ($y = 0$). Задняя часть кузова

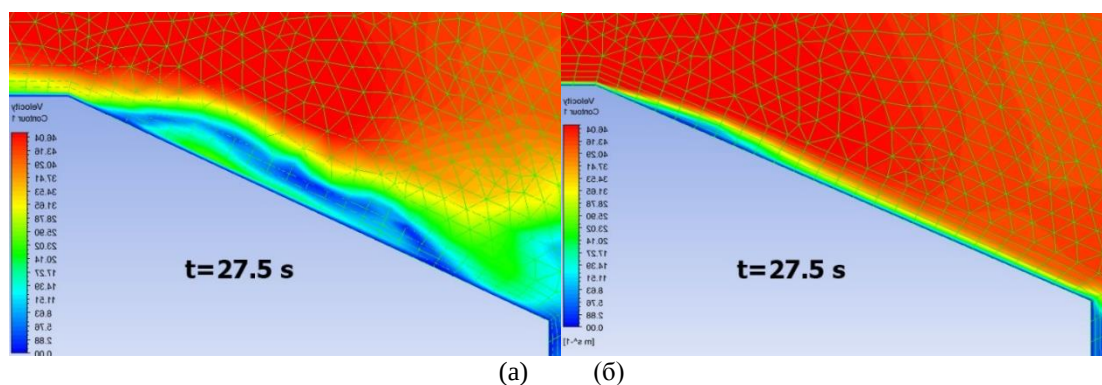


Рис. 5. Поток на заднем уклоне транспортного средства ($t=27,5$ с). а - плоскость ($y = 0$ м), б-плоскость ($y = 0,1$ м)

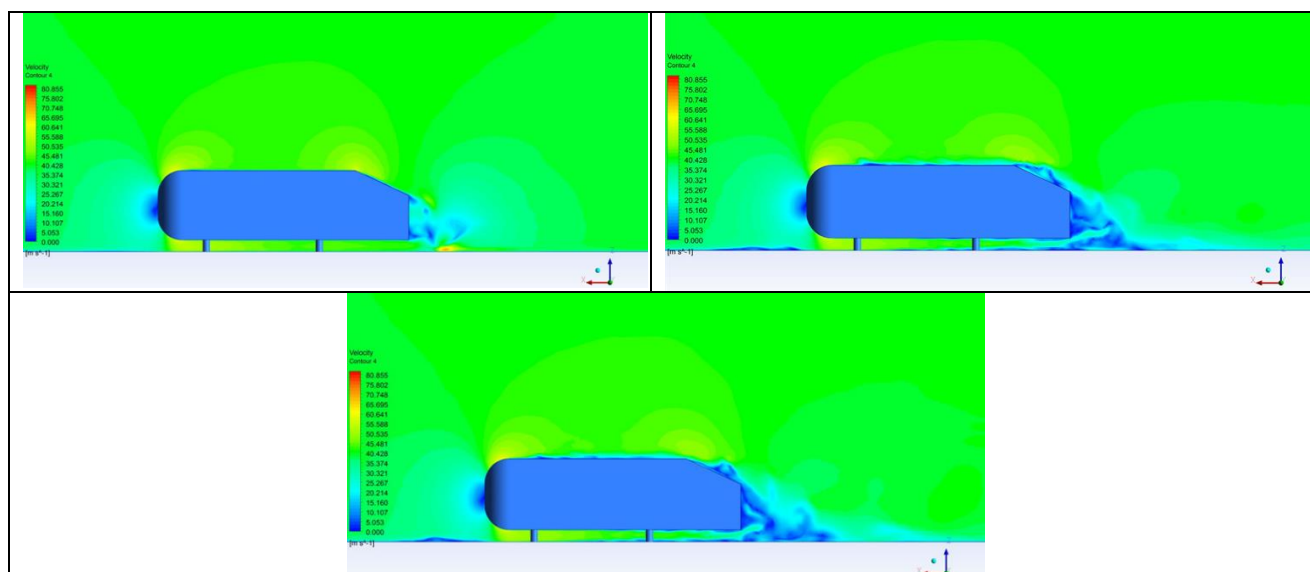


Рис. 6. Мгновенные поля скорости контура в плоскости ($Y = 0$ м): (а) $t = 1$ с, (б) $t = 20$ с, (с) $t = 40$ с

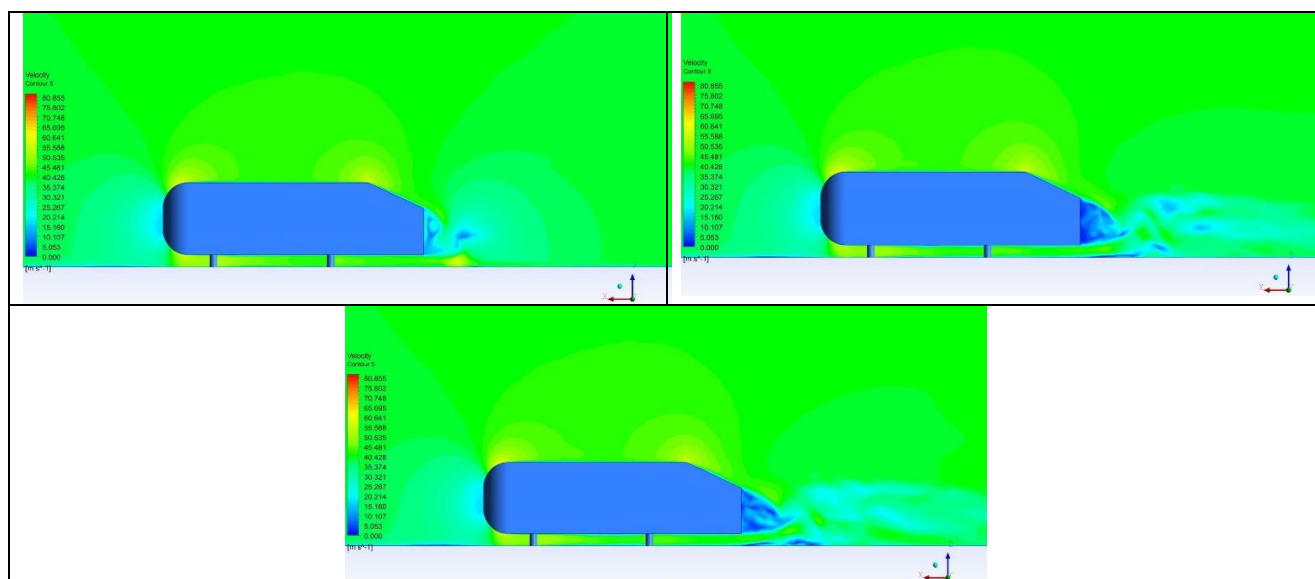


Рис. 7. Мгновенные поля скорости контура в плоскости ($Y = 0,1$ м): (а) $t = 1$ с, (б) $t = 20$ с, (с) $t = 40$ с

Основные различия между экспериментальными [3] данными и численными результатами [6] двух симуляций находятся в начале наклонной поверхности. Причина этого несоответствия связана с плохим разрешением сетки вблизи пограничного слоя.

На этих изображениях можно увидеть структуру течения в продольных сечениях (при $y=0$ м и $y=0,1$ м). Уменьшение области рециркуляции при $y=0,1$ м указывает на то, что вышеупомянутые вихри увеличиваются в нисходящем потоке. На основании анализа результатов расчета можно сделать вывод, что структура потока описана правильно.

Описание сетки

Volkswagen T2, так же, как и тело Ахмеда, находится в прямоугольной аэродинамической трубе. Размеры для этой вычислительной области были выбраны в соответствии с отношением длины тела Ахмеда и тела транспортного средства (Volkswagen T2). Размеры трубы $9752,7$ мм $\times$ $2073,4$ мм $\times$ 1985 мм (рисунок 8). Передняя часть расположена на расстоянии $2229,5$ мм от входа, а задняя часть на расстоянии $6417,6$ мм до выхода вычислительной области. Для уменьшения времени численного расчета автомобиль Volkswagen T2 был взят в соотношении 1:4 ($1105,6$ мм $\times$ $446,4$ мм $\times$ $446,82$ мм).

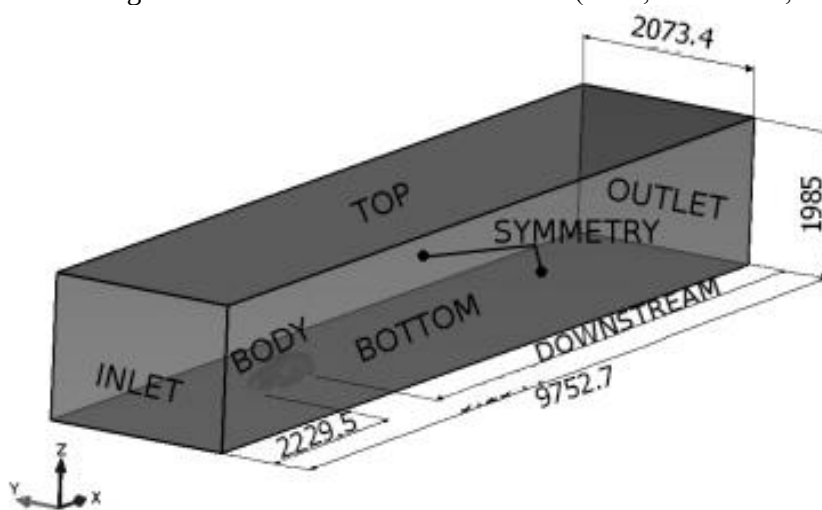


Рис. 8. Размеры сетки для Volkswagen T2

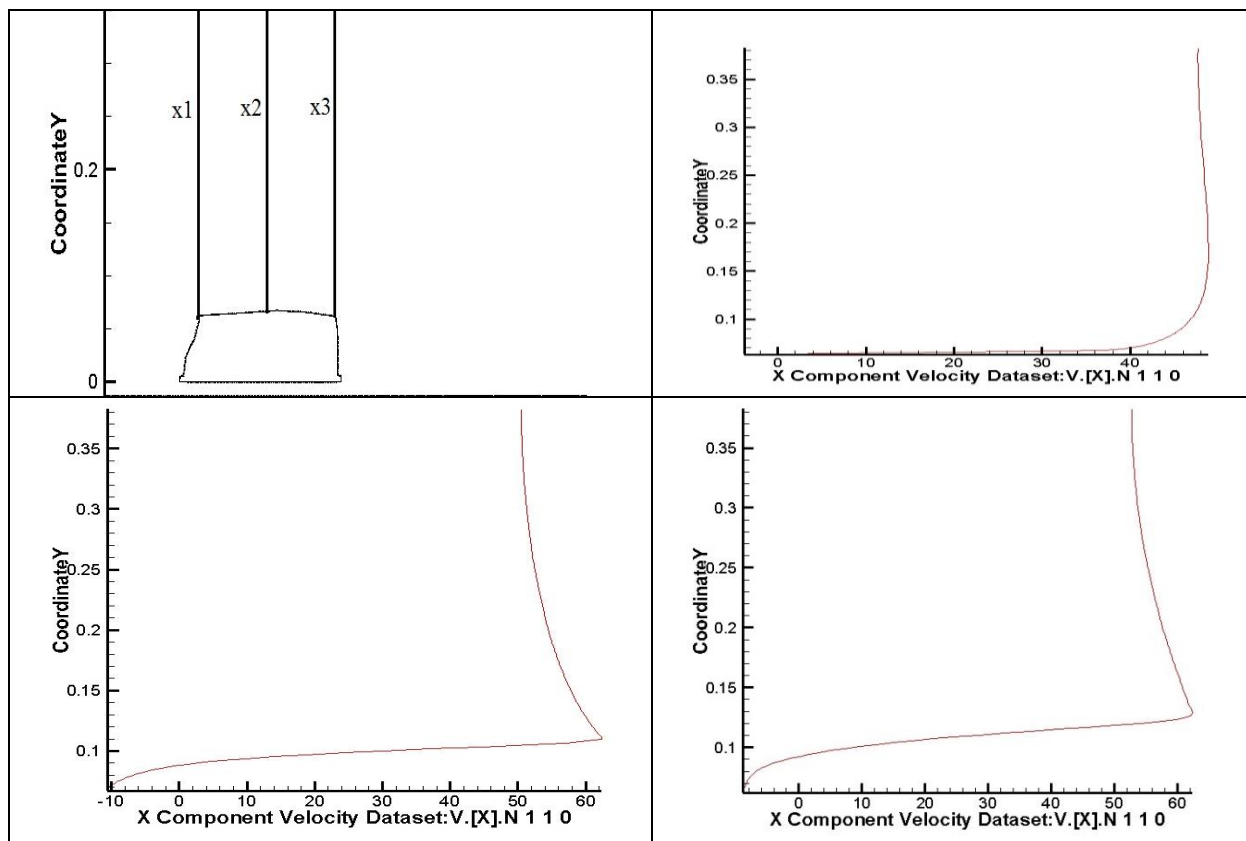


Рис. 9. Сечения профиля скорости (а) $x_1 = 2230$ мм, (б) $x_2 = 2782,5$ мм, (с) $x_3 = 3335$ мм (рис. 11)

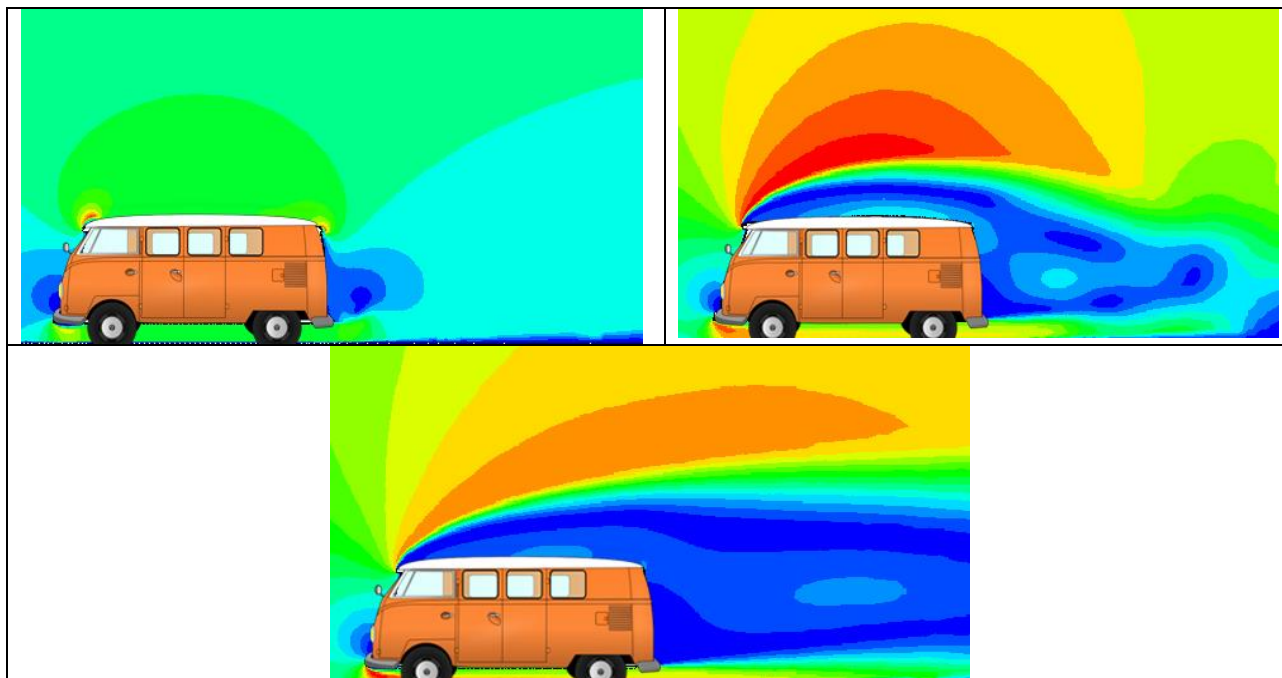


Рис. 10. Мгновенные поля скорости контура в плоскости Volkswagen T2 : (а) $t = 1$ с, (б) $t = 5$ с, (с) $t = 10$ с.

Численные результаты для автомашины Volkswagen T2

Моделирование аэродинамики автомобиля Volkswagen T2 осуществляется с использованием граничных условий и методов, которые были использованы для тела Ахмеда. На рисунке 9а изображены три сечения ($x_1 = 2230$ мм, $x_2 = 2782,5$ мм и $x_3 = 3335$ мм), где были взяты профили

горизонтальной скорости и а на рисунке 9б,в,г показаны профили горизонтальной скорости при времени $t=10$ с вокруг автомобиля. Ниже (рис. 10) приведены рисунки контура мгновенной скорости в плоскости симметрии. Из-за конструктивных особенностей, появляются вихревые потоки позади автомобиля. Вихревые потоки продлеваются более чем на 0.5 метров за пределы задней части автомашины.

Заключение

Эта работа дает понимание характеристик потока вокруг обтекаемого тела и, более конкретно, тела Ахмеда, что важно для автомобильной промышленности. В этой работе было выполнено трехмерное моделирование обтекания тела Ахмеда с углом наклона в 25° используя турбулентную модель k-epsilon, а также были получены результаты аэродинамики для автомашины Volkswagen T2.

Графические результаты профилей скоростей тела Ахмеда показали хорошее соответствие с экспериментальными данными [3] и численными результатами [6], что позволило использовать выбранные методы исследования для изучения аэродинамики автомашины Volkswagen T2. Изучение обтекания автомобиля Volkswagen T2 показало, что кузов автомобиля создает очень большую площадь возмущения жидкости. Данные, полученные в численном исследовании, полезны для сравнения с другими численными результатами. Результаты расчета структуры и функций могут быть использованы при разработке и поиске альтернативных решений для автомобильной кузовной конструкции, что позволит уменьшить коэффициент сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ahmed S., Ramm, G., Faltin, G. Some Salient Features Of The Time-Averaged Ground Vehicle Wake. – SAE Technical Paper 840300, 1984, doi:10.4271/840300.
- [2] S. Krajnovic, L. Davidson – Flow around a simplified car. Large eddy simulation, Part 1 // Journal of Fluids Engineering. – 2005. – V. 127. – P. 907–919.
- [3] H. Lienhart, C. Stoots, S. Becker Flow and turbulence structures in the wake of a simplified car model (Ahmed model) // DGLR Fach. Symp. der AG STAB, Stuttgart University, - 2000.
- [4] C. Hinterberger, M. Garcia-Villalba, W. Rodi Large eddy simulation of flow around the Ahmed body. The aerodynamics of heavy vehicles: trucks, buses, and trains // Numerical Heat Transfer, Part B. – 2004. –V. 44. – P. 77–88.
- [5] Patankar S.V. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. — Washington DC: Hemisphere, 1980. — P. 214.
- [6] D. E. Aljure et al. “Flow and turbulent structures around simplified car models,” Comput. & Fluids 96, 122–135 (2014).
- [7] S. Kapadia, S. Roy, M. Vallero, K. Wurtzler, J. Forsythe Detached-eddy simulation over a reference Ahmed car model, Direct and Large Eddy Simulations// ERCOFTAC series. – 2004. – P. 481–488.
- [8] A. Lahaye, A. Leroy & A. Kourta, “Characterization of a square back Ahmed body near wake flow”, 21^{ème} Congress Francis de Mécannique
- [9] T. Han, D. C. Hammond, C. J. Sagi, “Optimization of bluff body for minimum Drag in ground proximity”, AIAA Journal, Vol. 30, No. 4 (1992), pp. 882–889, doi: 10.2514/3.11005.
- [10] B. E. Launder and D. B. Spalding, “Lectures in Mathematical Models of Turbulence,” London (England): Academic Press, 1972.

Исахов А.А., Тәжігулов А.А.

Стационарлы емес Навье-Стокс теңдеулер негізінде бөлінген ағымдарды математикалық пішіндеу

Түйіндемесі. Соңғы онжылдықта осындай автомобильдер ретінде көлік құралдарын, айналасында ағыны сипаттамалары білу, осы көлік құралдарын жобалау үшін үлкен маңызы энергия тиімділігін және динамикалық өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді отыр. Бұл мақсаттарға жету үшін өте маңызды сандық модельдеу болып табылады. Навье-Стокс Сығылмайтын газ және осы жүйенің жабу K-эпсилон турбуленттілік моделі қолданылды үшін теңдеулер, математикалық модель таңдалды. сандық әдіс қарапайым тәсілі (Қысым-Linked теңдеулер үшін жартылай Неявный әдісі) ретінде таңдалды, диспетчерлеу ақырлы көлемі әдісімен жүзеге асырылады. сандық алгоритмі, және бастапқы шарттары шекаралас тексеру үшін, бұл сынақ есептеу жүргізілді. ауаның зерттеу Ахмед органы тест тапсырмасының ретінде таңдап алынды айналасында ағады. нәтижелері Алгоритмнің дұрыстығын растайды басқа авторлардың нәтижелерімен келісіледі сынақ мәселені, шешу барысында алынған.

Түйін сөздер: аэродинамикалық ағыны, Ахмед денесі, Навье-Стокс теңдеуі, k-epsilon моделі, Volkswagen T2.

Issakhov A.A, Tazhigulov A.A

Mathematical Modeling of separated flows on the basis of non-stationary Navier-Stokes equations

Summary. In recent decades, knowing the flow characteristics around land vehicles, such as cars, is of great importance for the design of these vehicles, it helps to increase energy efficiency and dynamic performance. To achieve these goals, numerical simulation plays a significant role. For the basis of the mathematical model, a system of Navier-Stokes equations for an incompressible gas was chosen and a k-epsilon turbulent model was used to close the given system. As a numerical method, the SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations) method was chosen, the sampling was performed using the finite volume method. To test the numerical algorithm, boundary and initial conditions, a test calculation was performed. As a test problem, a study was made of the flow of air around Ahmed's body. The result obtained during the solution of the test problem coincides with the results of other authors, which confirms the correctness of the algorithm.

Key words: Aerodynamic flow, Ahmed body, Navier-Stokes equation, k-epsilon model, Volkswagen T2.

УДК 665.637.6.092.5

¹С.Т. Танашев, ¹М. Идирисов, ¹Е.К. Калдыгозов,
²Ж.Т. Албаева, ¹А.С. Танашев, ¹А.М. Жолдасбек

(Южно- Казахстанский государственный университет имени М.Ауезова,
Шымкент, Республика Казахстан, tanashev56@mail.ru lmzh68@mail.ru,
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, albaeva@inbox.ru)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОЙЛЕЙ ВТОРИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Аннотация. Каталитический крекинг тяжелого сырья является актуальной проблемой нефтеперерабатывающей промышленности вследствие дефицита среднестиллятных фракций и уменьшающегося спроса на котельное топливо. Особое значение эта проблема имеет для нефтеперерабатывающей промышленности Республики Казахстан, так как казахстанские нефти характеризуются значительным содержанием тяжелого углеводородного сырья. Дефицит сырья процесса каталитического крекинга существует на блоках крекинга современных промышленных установок каталитического крекинга. Поэтому особенно актуально проведение широких исследований, которые позволят несколько расширить ресурсы сырья, за счет использования тяжелых остатков нефтей

Ключевые слова: катализат, смола, активирующие добавки, вакуумный газойль, мазут, каталитический крекинг, коксоотложение, селективность, непредельные углеводороды.

Использование газойлей вторичного происхождения при каталитическом крекинге позволит углубить переработку нефти за счет ее более эффективного использования, однако применение этого вида сырья ограничено, в основном, высокими выходами кокса.

Нами был исследован каталитический крекинг тяжелого газойля замедленного коксования Атырауского нефтеперерабатывающего завода. Первоначально были выполнены исследования структурной вязкости (при 35⁰С) газойля коксования в смеси с экстрактом-II, результаты которых приведены на рисунке 1.

Кривая вязкости системы имеет минимум при 1,5%-ом содержании добавки.

Наличие в газойле коксования некоторого количества асфальтенов позволило использовать и метод определения устойчивости, разработанный в работе [1]. Согласно этому методу, для количественной характеристики устойчивости нефтепродуктов вводится термин «фактор устойчивости», за который принимается отношение концентраций асфальтенов в верхнем и нижнем слоях «отцентрифугированной» смеси нефтепродукта с парным растворителем (толуол+н-гептан). Если расслоения на фазы в системе не происходит, то фактор устойчивости равен единице.

На рисунке 2 изображена зависимость фактора устойчивости газойля коксования от содержания экстракта в смеси.

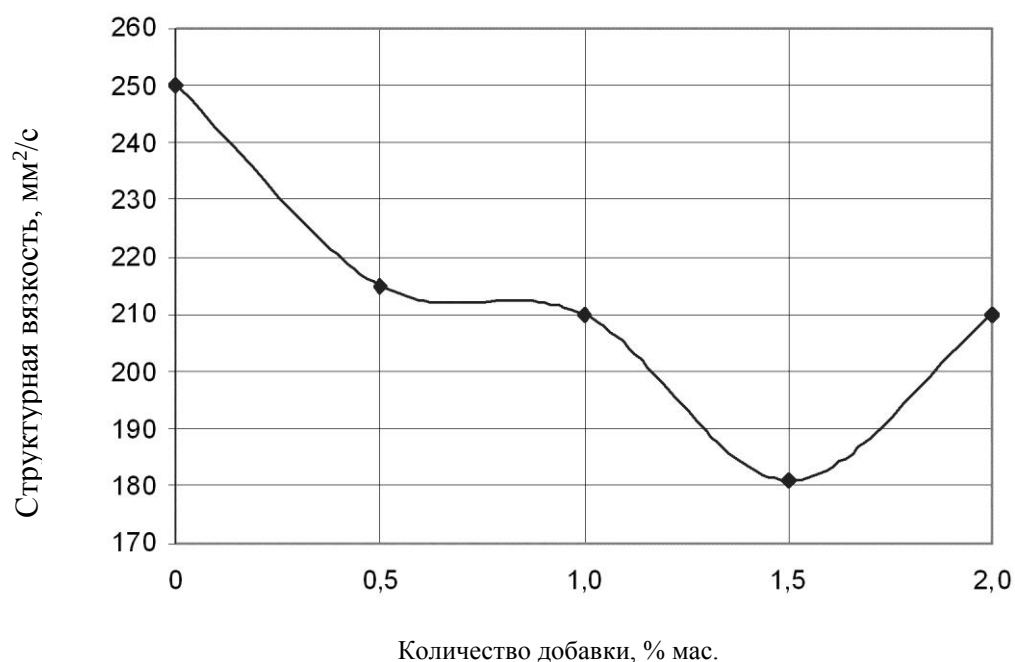


Рис. 1. Зависимость структурной вязкости газойля коксования АНПЗ от концентрации добавки экстракта

Кривые на рисунках 1 и 2 антибатны друг другу и имеют перегиб, соответствующий концентрации экстракта в смеси 1,5 %. Минимуму на кривой структурной вязкости соответствует максимум на кривой фактора устойчивости. Таким образом можно говорить о том, что использование метода определения устойчивости, применяемого в данной работе, вполне обоснованно, так как имеется хорошее соответствие результатов определения устойчивости. Опыты каталитического крекинга исходного газойля коксования и его смесей с добавками были выполнены при оптимальной температуре 480⁰С, массовой скорости подачи сырья – 4 ч⁻¹, соотношении катализатор: сырье – 6:1 использовался катализатор КМЦР

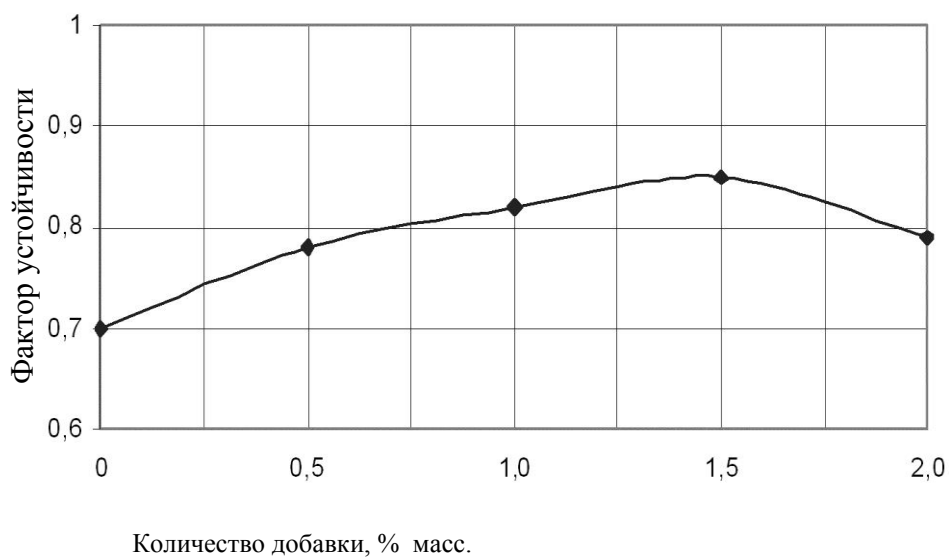


Рис. 2. Зависимость фактора устойчивости газойля коксования от концентрации добавки экстракта

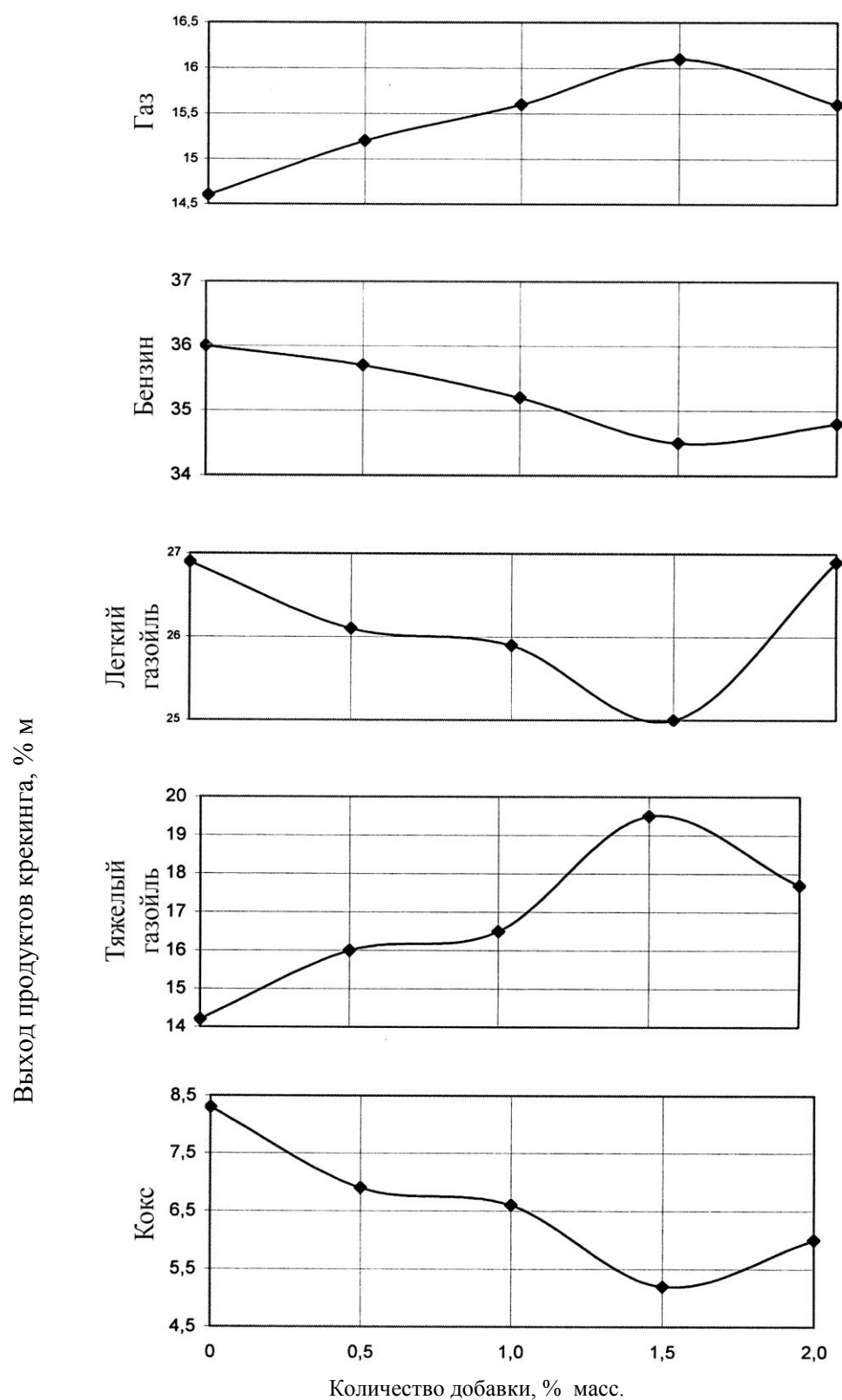


Рис. 3. Зависимость выходов продуктов крекинга тяжелого газойля коксования АНПЗ от добавки экстракта

На рисунке 3 построены кривые выходов продуктов крекинга газойля коксования в смеси с экстрактом в зависимости от концентрации последнего.

Увеличение содержания добавки в сырье до 1,5% приводит к возрастанию выходов крекинг газа с 14,7 до 16,1% и тяжелого каталитического газойля с 14,3 до 19,4%. Дальнейшее введение экстракта снижает выходы обоих продуктов.

Выход кокса при крекинге сырья с 1,5%-ой добавкой экстракта составил 5,1%, что значительно ниже исходного выхода кокса (8,8 %). Однако при крекинге сырья с добавками произошло снижение выхода бензина. Селективность процесса возрастает за счет более резкого снижения выхода кокса.

Снижение выходов бензина и легкого газойля при крекинге газойля коксования в присутствии добавок, видимо, происходит по той причине, что образующийся бензин является нестабильным продуктом крекинга, а легкий газойль, содержит в своем составе большое количество алкилнафталиновых углеводородов, которые особенно интенсивно склонны к разложению в условиях крекинга. Указанные продукты разлагаются на газ и продукты уплотнения. Однако, наличие добавки в сырье ухудшает условия протекания реакций, приводящих к образованию конечного продукта реакций уплотнения – кокса. В результате выход тяжелого каталитического газойля увеличивается не только за счет недококсовавшихся на катализаторе продуктов уплотнения, образовавшихся непосредственно из сырья, но и образовавшихся из бензина и, в основном, из легкого газойля.

Использование добавок экстракта к тяжелому газойлю коксования позволило снизить выход кокса при крекинге на 39% масс. Таким образом, имеется возможность крекировать такое сырье при умеренном коксообразовании.

Нами был также осуществлен крекинг газойля коксования при добавке смолы пиролиза. На рисунке 4 приведена зависимость структурной вязкости газойля коксования при введении в его состав смолы пиролиза от концентрации последней. Введение 0,7% смолы пиролиза в газойль сообщает смеси наибольшую кинетическую устойчивость.

Использование смолы пиролиза как добавки приводит к тому, что ее расход для газойля коксования возрастает до 0,7% против 0,5% при применении в качестве сырья вакуумного газойля. Очевидно, что такое различие обусловлено наличием в газойле коксования неперелых углеводородов.

Опыты каталитического крекинга газойля коксования в смеси со смолой пиролиза были выполнены только для оптимальной по составу смеси. Материальные балансы опытов представлены в таблице 1.

Применение высокоэффективной добавки смолы пиролиза к газойлю коксования не изменило картины, наблюдаемой ранее. Применение добавки приводит к снижению выходов бензина и легкого каталитического газойля.

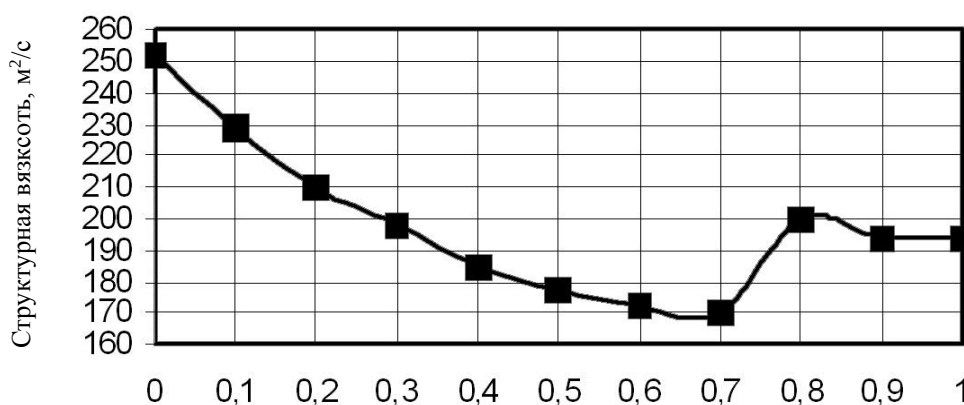


Рис. 4. Зависимость структурной вязкости газойля коксования АНПЗ от концентрации добавки смолы пиролиза

Таблица 1. Влияние добавки смолы пиролиза на каталитический крекинг газойля коксования АНПЗ

Сырье крекинга показатели	Исходный газойль	Газойль в смеси с 0,7% масс смолы пиролиза
Выход продуктов крекинга, % на исходное		
Газ	14,7	16,3
Бензин	35,0	33,6
Легкий газойль	26,7	25,2
Тяжелый газойль	14,3	20,2
Кокс	8,3	4,7
Конверсия сырья, % масс	59,0	54,6
Селективность (бензин:кокс)	4,3	7,1
Активность добавки	-	5,14

Выход кокса при крекинге газойля в присутствии оптимального количества добавки снизился на 43 %, что не намного больше, чем в случае использования добавок экстракта.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Капустин В. М., Гуреев А. А. Технология переработки нефти. В 2 ч. Часть вторая. Деструктивные процессы. Учебное пособие.-М.: КолосС, 2007. - 334 с.

[2] Белоусов А.Н., Капустин В.М., Танашев С.Т и др. Некоторые результаты опытно-промышленного пробега каталитического крекинга установки КТ -1 Павлодарского НПЗ на смеси вакуумного газойля. Нефтепереработка и нефтехимия», Москва, 1988, № 10, стр. 3-5.

[3] Танашев С.Т. Интенсификация процесса каталитического крекинга вакуумных газойлей Казахских нефтей. Дисс...канд. техн. наук. -М.: МИНХ и ГП, 1989. -С. 214

Танашев С.Т., Идирисов М.Ж., Калдыгозов Е.К., Албаева Ж.Т., Танашев А.С., Жолдасбек А.М.

Екінші реттік газойлдерді және мұнай құрамды қалдықтарды шикізат ретінде қолданып каталитикалық крекинг үдерісін жетілдіру

Түйіндемe. Бұл жұмыс қазіргі кезде мұнай өңдеу, мұнайхимия саласында өзекті маңызды мәселе болып табылатын Қазақстан мұнайларының ауыр фракцияларын каталитикалық крекингтеу арқылы максатты жоғары сапалы, өндіріске аса қажетті өнімдер алудың ғылыми-тәжірибиелік заңдылықтарын зерттеуге арналған. Каталитикалық крекинг қондырғысын жетілдіру негізінен қолданылатын шикізаттың құрамына және катализатордың белсенділігі мен тұрақтылығына байланысты болатындығы көрсетілген.

Кілттік сөздер: каталитикалық крекинг, Қазақстан мұнайының аз күкіртті вакуумды газойль, каталитикалық крекинг процессінің параметрі.

Tanashev S.T., Idirisov M.Dq., Kaldkozov E.K., Albaeva Zh.T., Tanashev A.S., Zholdasbek A.M.

Intensification of the catalytic cracking process with the application of gas oils of secondary origin and oil-containing wastes

Summary In the study work of catalyst cracking vacuum gas oil benzene interval temperature is 490-500 °C and the valisty giving products is 2\h and 4\h micro safari the holding of chane catalyst OA-250 and they a soft technical setup for a new gas oil kumkolskey benzene on the setup of catalyst cracking in the. They give us the physical and chemical propities of the product. We can use catalyst and balance of mitral is a process of catalyst cracking.

Key words: catalytic cracking, vacuum gas oil, parameters of process catalytic cracking, cracking.

УДК 693.03

Д.К. Коккозов, Ж.С. Сейітбеков, Г.А. Усольцева

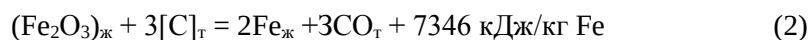
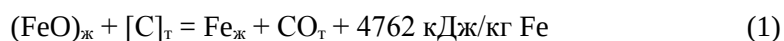
(¹Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаев,
Алматы, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ПРОЦЕСС ЖИДКОФАЗНОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ ИЛЬМЕНИТА

Аннотация. В статье представлены способы переработки ильменитовых концентратов Сатпаевского месторождения, а также результаты опытов на высоко температурной (1500-1700 °С) деревотогрофе.

Ключевые слова: ильменитовый концентрат, высокотитанистый шлак, чугуны, углекислый газ, деревотогроф.

Вековой опыт металлургического производства железа из руд показывает, что двухстадийный способ его получения через чугуны является наиболее целесообразным как по техническим, так и экономическим соображениям, а единственным восстановителем железа в промышленных масштабах был и остается углерод в форме различных углей. Восстановление железа из его кислородных соединений происходит при контакте жидкого железистого шлака с твердым углеродом угля либо углеродом цементита (Fe_3C) принципиально по следующим реакциям:



Как видно по величинам тепловых реакций (1, 2), восстановление требует подвода большого количества теплоты. Учитывая значительное потребление теплоты при восстановлении оксидов железа, а также то, что указанные реакции с высокой скоростью идут в области температур 1150 - 1350 °С между жидкой и твердыми фазами, а также то обстоятельство, что гематит с повышением температуры самопроизвольно диссоциирует до магнетита с дальнейшим пиролизом до вюститита, норма удельного расхода теплоты повышается. Ее величина колеблется в пределах 8,6-14 ГДж/т чугуна, что соответствует удельному расходу топлива 295-480 кг у.т./т чугуна. Если взять коэффициент использования тепла (КИТ) для доменной печи на уровне 67 %, то расход условного топлива будет изменяться в пределах 463-824 кг у.т./т чугуна [1]. Такой высокий расход топлива побудил разработку процессов бескоксовой жидкофазной технологии производства железа. В настоящее время совершенно очевидно, что единственным экономически доступным источником энергии для производства железа останутся некокующиеся угли, а исходным сырьем – железотитановые концентраты (т.н.титаномагнетиты).

В земной коре широко распространены минералы системы Fe-Ti-O, которую относят к титаномагнетитам (ТМ). Титаномагнетиты - это твердый непрерывный раствор разной степени полимерности двуокиси титана в окислах железа разной степени окисленности ($\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3$). ТМ встречаются в виде обширной группы минералов, представленных, как твердыми растворами, так и механической смесью.

Известно, что при высоких температурах в расплаве системы Fe-Ti-O существует только непрерывный ряд взаимной растворимости мономерных ферритов и титанатов железа, которые при охлаждении кристаллизуются в виде ориентированных сростаний гематита и магнетита, ортотитаната и ильменита, и других соединений различной степени полимерности [2]. Многофазность минеральных форм в поликристаллическом и двухфазность в расплавленном состоянии свойственна не только системе Fe-Ti-O, но и Fe-V-O.

Содержание TiO_2 в титаномагнетитах изменяется в широких пределах от 1 до 52 %. Технология переработки титаномагнетитов с содержанием TiO_2 в пределах 5 – 50 % на текущий момент не реализована из-за нерентабельности технологических схем и непригодности промежуточных продуктов. В промышленной практике рис.1 реализованы способы восстановительной плавки железа из концентратов гематита [3], ильменита [4] и титаномагнетита с содержанием TiO_2 до 5 % [5]. Высокая температурная разница (400 °С) получения железа из гематита и ильменита до сих пор не находит научного объяснения. Для реализации технологии комплексной переработки

титаномагнетитов при жидкофазном восстановлении железа на высокотитанистых шлаках требуется новый научный подход и новый способ ее реализации. Учитывая масштабы и стратегическую значимость задачи переработки титаномагнетитов в данной работе приведены исследования жидкофазного восстановления железа из ильменита (FeTiO_3), который называют «титанистым железняком».

Традиционную переработку «титанистого железняка» (ильменита) на передельный чугун и высокотитановый шлак ведут в руднотермических печах типа РТП - 16,5 при температуре 1750 °С, создаваемой электродуговым разрядом в две стадии: на первой - шихту, состоящую из железотитанового концентрата, флюса и антрацита, необходимого на процесс, доводят до расплава содержащего 8-12 % FeO , а на второй стадии в расплав титанового шлака вводят оставшийся восстановитель до содержания 1,5-2,5 % FeO . Процесс плавления в печи РТП - 16,5 КВ А производительностью 85 т ильменита, 5 т флюса и 10 т антрацита завершается за 10-12 часов. При этом получают 70 т титанового шлака, 10 т чугуна и 20 т газовых выбросов, пылеунос находится в обороте в виде окатышей, средний удельный расход электроэнергии на 1 т, шихты составляет 1,2 МВт. На первую стадию переработки железотитанового концентрата приводит к перерасходу восстановителя для повторения одних и тех же реакций восстановления, окисления, и многократному встраиванию монооксида железа и углерода в тетраэдр $[\text{TiO}_4]^{4-}$, и термического разложения карбонила, железа и титана. В результате такой непоследовательности, процесс растягивается во временном интервале, и увеличивается расход электроэнергии.

Процесс получения чугуна и титанового шлака из железотитанового концентрата в электродуговых печах при температуре 1450-1750 °С нестабилен, возникают условия, когда шлак самопроизвольно густеет либо разжижается. В первом случае, как правило, образуется свод неплавких масс, обрушение которого приводит к выбросу расплава. Во втором случае шлак разжижается, разъедает футеровку и вытекает из печи. Процесс получения железа из ильменита разной степени измененности имеет существенные физико-химические различия и не бывает плавков похожих друг на друга, возникает ситуация, когда вместо одного стабильного пути развития процесса появляется несколько направлений (см. рис 1,2).

Плохая или хорошая восстановимость железа зависит исключительно от химической связи с титаном. Химическая связь настолько прочна, что разделение титана и железа можно осуществлять только при высоких температурах в электродуговых печах. Для титана характерна способность объединяться через атомы кислорода, образуя полимерные модификации тугоплавкого диоксида титана.

Эти химические особенности кислородных соединений титана не позволяют в указанной области температур подвергаться термическому разложению до металла. Объяснение селективного разделения железа и титана дано ниже.

Глубокое отличие процесса жидкофазной восстановительной плавки ильменита на передельный чугун и высокотитанистый шлак связано со сменой формы восстановителя, на первом этапе твердый углерод, а на втором газообразная моноокись углерода (CO). Различие в химизме процесса восстановительной плавки увеличивается из-за способности окислов железа в присутствии окислов титана легко переходить в ортотитанат железа (Fe_2TiO_4). В результате такого взаимодействия решетка феррита титана при температурах 1350-1450 °С настолько легко разупорядочивается (при этом уменьшается энергия Гиббса ΔG), что диссоциация становится термодинамически невыгодным процессом и восстановление железа приостанавливается, а углеродный восстановитель при этих температурах находится только в форме монооксида углерода, взаимодействие которой с железом и титаном приводит к образованию карбонильных соединений. Кривая газификации углерода в интервале температур 1450-1550 °С термодинамически устойчиво связана с моноокисью углерода (CO) (см.Рис.3).

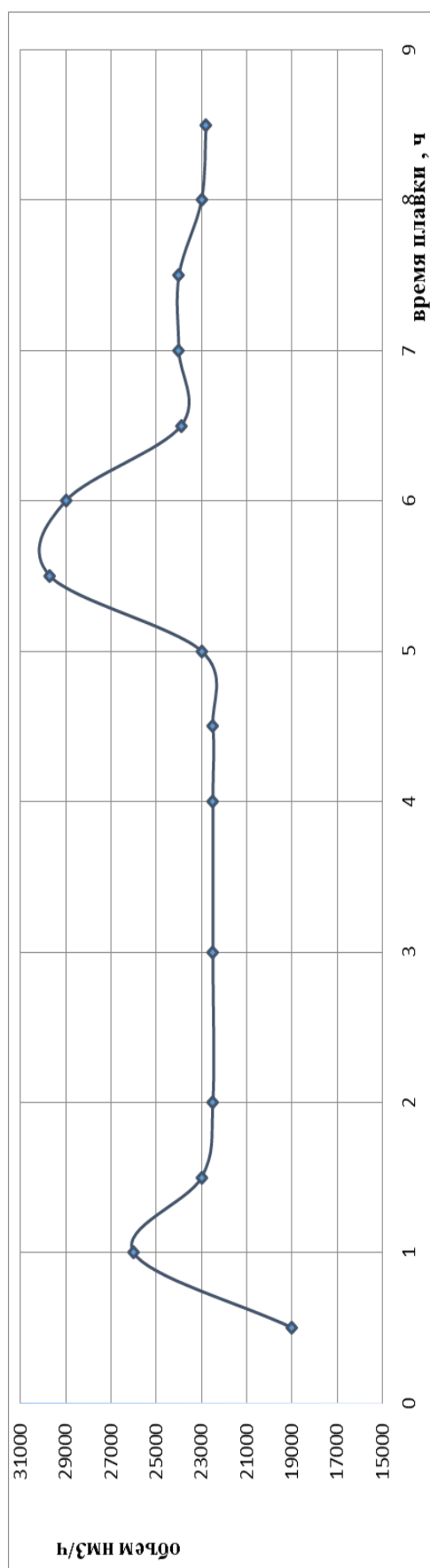


Рис. 1. Зависимость выбросов объема газов от времени плавки [3, 4, 5]

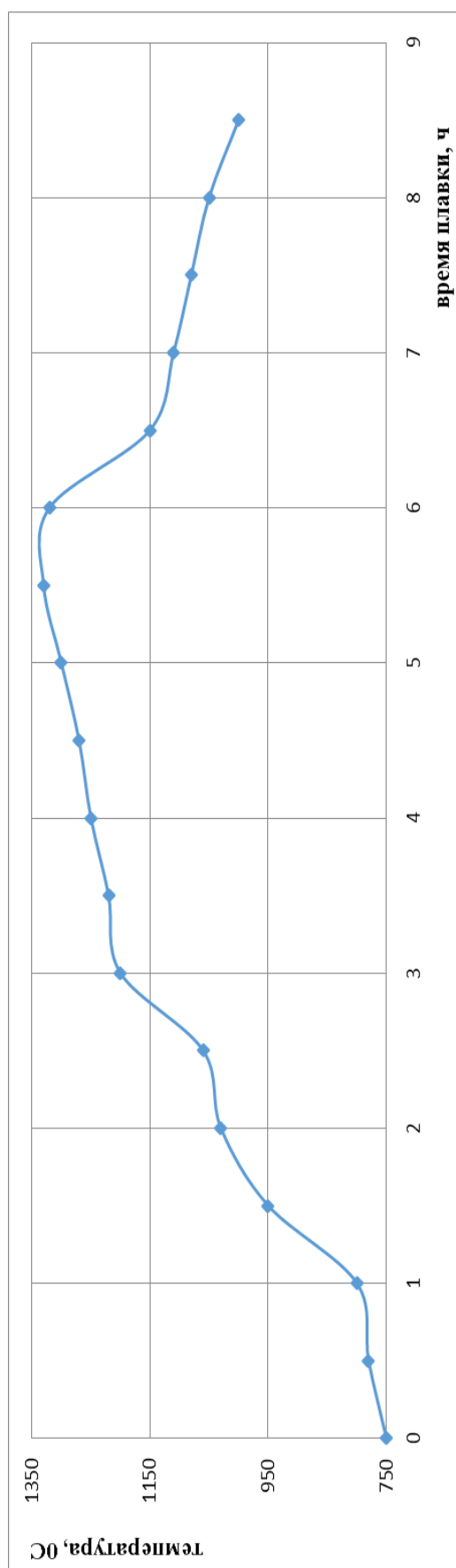


Рис. 2. Зависимость температуры отходящих газов от времени плавки [3, 4, 5]

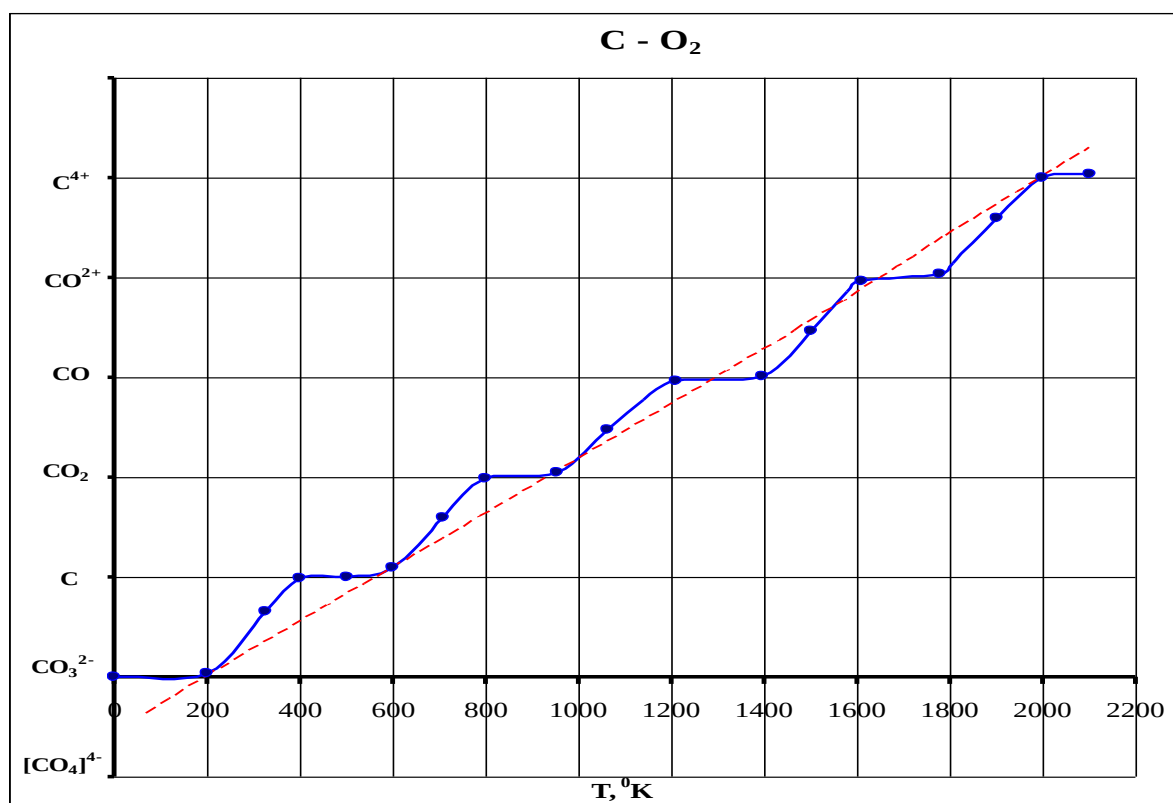


Рис. 3. Кривая газификации углерода [6, 7]

Однако процесс восстановления железа в этой области температур приостанавливается, либо недостаточна температура, либо протекает карбонизация. Особую опасность представляет неуправляемое «кипение» шлаков, связанное с обильным газоудалением из расплава. «Кипение» шлака при постоянном разряжении под сводом печи отрицательно сказывается на экологической обстановке, что вызывает необходимость вести процесс с высоким (2,5 атм) давлением под сводом печи. Процесс выплавки титановых шлаков стабилизируется, если удастся выдержать температурный режим: на подине – 1050-1080 °С, чугуна – 1400 °С, шлак – 1700°С, в отходящих газах под сводом 1150-1300 °С. Результаты замеров, приведенные на рис. 1, 2, показывают, что уже на втором часе процесса плавки концентрация монооксида углерода в отходящих газах под сводом печи составляет 25 %. Далее в течение плавки с повышением температуры шлака до 1550-1750 °С, содержание монооксида углерода снижается и только при понижении температуры до 1650 °С наблюдается выброс CO₂.

Таблица 1. Стехиометрические формулы карбониллов [8]

Металл	Электронная конфигурация металла	Число e, необходимое для достижения М конфигурации инертного газа	Предполагаемая формула карбонила
Ti	3d ² 4s ² 4p ⁰	14	Ti(CO) ₇
V	3d ⁴ 4s ² 4p ⁰	12	V(CO) ₆
Fe	3d ⁶ 4s ² 4p ⁰	10	Fe(CO) ₅
Ni	3d ⁸ 4s ² 4p ⁰	8	Ni(CO) ₄

Извлечение элементов в продукты плавки и материальный баланс плавки по углероду показаны в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Показатели плавки по углероду [8]

Элемент	Переход в продукты плавки, %				
	Шлак	Металлический полупродукт	Магнитную фракцию	Пыль	Газ (+ невязка)
Ti	94,45	0,03	2,9	2,6	0,02
Fe	7,20	81,3	7,0	2,1	2,40
Si	52,60	6,8	0,6	0,5*	39,50
Mn	64,50	1,75	3,9	–	29,85
Cr	73,00	16,7	0,2	–	10,10
* Оценка.					

Таблица 3. Материальный баланс плавов по углероду [8]

Приход			Расход		
Статья прихода	т	%	Статья расхода	т	%
Брикеты	50,2	43,2	Восстановление	78,81	68,00
Порошковая шихта	20,8	18,0	Науглероживание	5,38	4,55
Антрацит на доводку шлака	25,2	21,8	Угар, потери, невязка, баланса	30,07	26,02
Электроды	19,7	17,0	Пылеунос	1,64	1,43
Всего	115,9	100	Всего	115,9	100

В шлак вместе с титаном переходят Si, Mn, Cr, в чугуны – Si и Cr, в газовую фазу до 1/3 – Si и Mn. До 70 % углерода участвует в восстановлении, 5 % – в науглероживании титана, 26 % – потери с угаром, пылеунос.

На первом этапе тепловой обработки в РТП тугоплавкий ильменит должен подвергаться конверсии гетерогенно-каталитическому встраиванию монооксида железа в трехмерный титанокислородный каркас, что вызывает его разрушение и переход полимерных оксидов титана в мономерный изолированный кислородный тетраэдр $[\text{TiO}_4]^{4-}$, это не окисление, а процесс деполимеризации, который может включать следующие реакции:



Образование ортотитаната железа приводит к переходу тугоплавкого ильменита FeTiO_3 в расплав в виде легкоплавкого Fe_2TiO_4 (см. рис. 4).

Объясняется это тем, что монооксид железа встраивается в решетку полимерного титанокислородного каркаса и разрушает ее, переводя соединение титана из полимерной в мономерную форму и, тем самым, снижает вязкость и повышает жидкотекучесть расплава, а также удерживает титан в высшей степени окисления. Ввиду хорошей жидкотекучести расплава ощутимо снижается коэффициент диффузии FeO и CO_2 и появляется возможность эффективного использования углекислого газа [8].

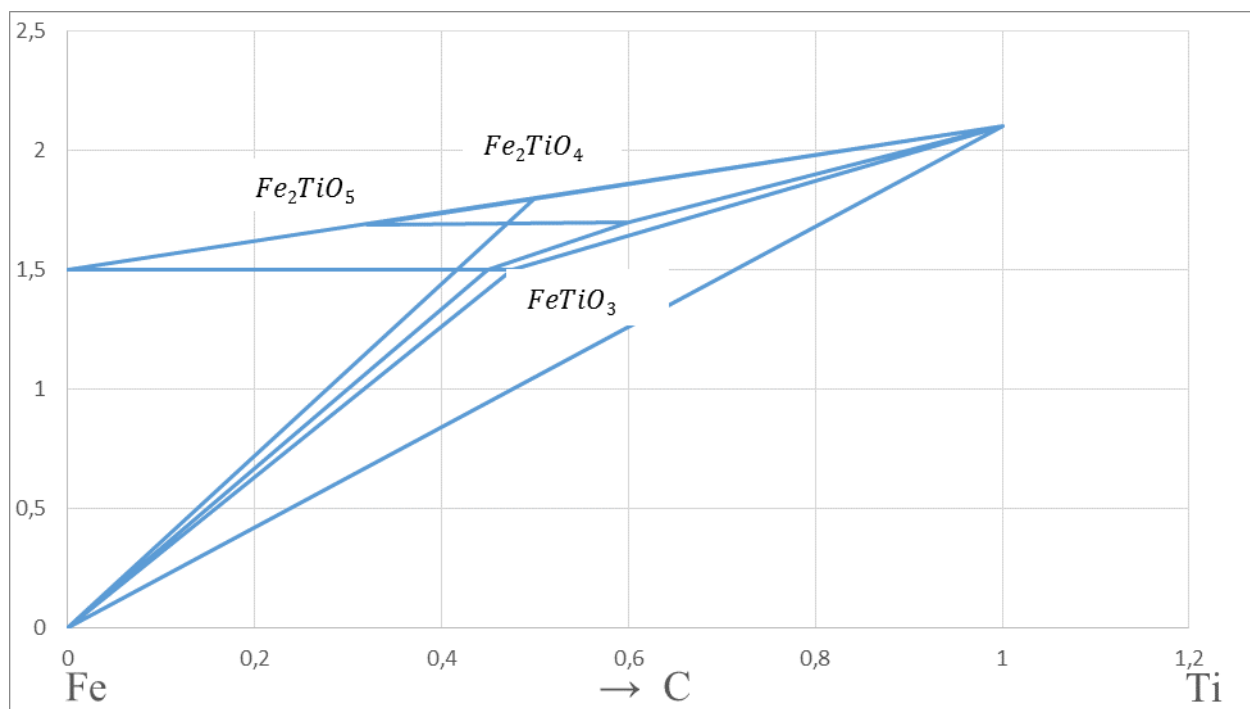


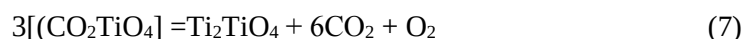
Рис. 4. Изотермические сечения диаграммы состояния системы Fe-Ti-O и равновесные давления кислорода (атм) при 1223 К [8]

С химических позиций CO_2 – предельно окисленное соединение углерода и его химические превращения могут быть связаны только с восстановлением. Однако, вопреки распространенным представлениям об инертности, CO_2 способен вступать в разнообразные химические реакции:

- гетерогенно-каталитическое встраивание CO_2 по связи М-О, С-С, С-Н, С-Н с образованием карбонат-, карбонил и карбоксилсодержащих соединений;
- при высокой температуре CO_2 подвергается пиролизу и отдает электроположительным металлам полностью или частично свой кислород, а монооксид углерода (CO), который реагирует с ортотитанатом $[\text{TiO}_4]^{4-}$ с образованием псевдоожигенного расплава. Процесс восстановления можно представить реакцией:



Титанат карбонила $(\text{CO})_2\text{TiO}_4$ устойчив при температуре 1750-1850 °С. Повышение или понижение температуры приводит к его разрушению. При понижении температуры разрушается с образованием двуокси углерода и титанового шлака по реакции:



Повышение температуры выше 1900 °С приводит к разрушению карбонила с образованием тонкодисперсного титана. Реализация процесса в промышленном масштабе невозможна из-за отсутствия скоростных охлаждающих установок. Наиболее рациональное решение, по нашему мнению, связано с разработкой жидкофазного восстановления железа и получения высокотитановых шлаков углекислым газом (CO_2).

Выводы

1. Надвигающиеся проблемы снижения качества железорудного сырья и коксующихся углей вызвали поиск эффективных вариантов жидкофазной восстановительной бескоксовой плавки на передельный чугуны низкокачественных руд и углей.

2. Неустойчивое положение с сырьевой базой заставляет переосмысливать жидкофазную восстановительную плавку ильменита в титановом производстве.

3. Глубокая разница процессов жидкофазной восстановительной плавки гематита и ильменита на передельный чугуны связана с температурным режимом и формой восстановителя, в первом случае - твердый углерод, а во втором - газообразная моноокись углерода (CO).

4. Рассмотрена серия гетерогенно-каталитических реакций встраивания с участием монооксида углерода по связям Me-O с образованием карбоната, карбонил и карбоксилсодержащих соединений.

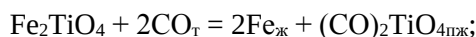
5. Показано, что жидкофазное селективное восстановление железа из ильменита двуокисью углерода в руднотермической печи включает ряд стадий последовательных физико-химических процессов:

- плавление, конверсия или гетерогенно-каталитическое встраивание монооксида железа в трехмерный титанкислородный каркас, что вызывает его разрушение и перевод полимерных окислов титана в мономерный изолированный титан-кислородный тетраэдр $[\text{TiO}_4]^{4-}$, который образует с железом легкоплавкое соединение Fe_2TiO_4 ;

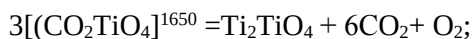
- пиролиз углекислого газа и карбонилизация железа и титана:



- восстановление железа:



- образование титанового шлака термическим разложением:



ЛИТЕРАТУРА

[1] Абраменков Ю.Я., Стригунов Н.А. К вопросу о тепловом дефиците процесса жидкофазного восстановления «Ромлет». Металлургия теплотехника: сборник научных работ Н. Мет.АУ. Днепропетровск: Пороги, 2005, -460с.

[2] Козлов В.А., Карпов А.А. и др. Теория и особенности технологии комплексной переработки титаномагнетитов. Ж. Химическая технология. 2008, №.

[3] Патент KZ №14113, опублик. 15.03.2004. Способ выплавки титановых шлаков. Онаев М.И., Павлов А.В., Шаяхметов Б.М., Шмидт Е.В., Алибаев Ж.О., Харламов А.С.

[4] Смирнов Л.А., Дерябин Ю.А., Шаврин С.В. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. Сб. Металлургия. Челябинск, 1990, 256с.

[5] Патент KZ №12211, опублик. 15.11.2002. Способ переработки титановых концентратов. Онаев М.И., Павлов А.В., Шмидт Е.В., Алибаев Ж.О.

[6] Розовекий А.Я. Физико-химические аспекты утилизации Розовекий А.Я. Физико-химические аспекты утилизации CO_2 . ЖФХ, 1996, том 70, №2, ст. 199-207.

[7] Статья Мамутова А.Т., Козлов В.А., Женисов Б.Ж., Колчев В.Г., Халелов А.М. Современное научно-технологическое состояние и перспектива развития производства титана на АО «УКТМК».

[8] Кузнецов Ю.С., Лыкасов А.Л., Штин С.В., Судариков М.В., Каменщиков Е.Н. Восстановление вюстита, диоксида титана и ильменита углеродом в режиме непрерывного нагревания. Вестник ЮУрГУ, №7, 2001г

Көккөзов Д.Қ., Сейітбеков Ж.С., Усольцева Г.А.

Сұйық фазалы ильменитті балқыманы қалпына келтіру процесіне көмір қышқыл газының әсері

Түйіндеме. 1. Темір құрамды кендер мен коксталатын көмірдің негізгі проблемаларын шешу барысында

тиімді әдіс ретінде сұйық фазалы кокссыз балқытудың қайта жасалған шойынды қайта қалпына келтіру.

2. Титан өндірісіндегі сұйық фазалы ильменитті балқыманы қалпына келтіру процесіне шикізат базасының қалыпсыз жағдайы қазіргі заманғы ойланарлық мәселе.

3. Гематит пен ильменитті балқытудың үлкен айырмашылығы сұйық фазалы қайта қалпына келтірудің қайта жасалған шойынға температура режимі мен формалы қалпына келтіру, бірінші ретте қатты көмір, ал екіншіден көміртекті газ (CO).

4. Гетерогенді-каталитикалық реакциялардың түзілуі бойынша Me-O құрылымды көміртектің карбонат, карбонил және карбоксил құрамдарды құруы қарастырылған.

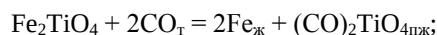
5. Руднотермиялық пеште темірдің ильменитті көмір қышқылынан сұйық фазалы селективті қайта қалпына келтірілуінің физико-химиялық процесстерінің кезеңдері көрсетілген:

- балқыту, конверсия немесе оттекті темірдің оттекті титанды үштік қаркасында гетерогенді-каталитикалық құрылуы оның бұзылуына және полимерлі оттекті титаннан мономерлі оттекті титанның тетраэдрна ауысады $[TiO_4]^4-$, нәтижесінде темірмен жеңіл балкитын құрылым құрайды Fe_2TiO_4 ;

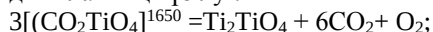
- көмірқышқыл газының пиролизі және темір мен титанның карбонил түзілуі:



- темірдің қайта қалпына келуі:



-термиялық өңдеуден кейінгі титанды шлақтың түзілуі:



Түйін сөздер: ильменитті концентрат, мол титан құрамды шлак, шойын, көмір қышқыл газы, деривотограф.

Kokkozov D.K., Seitbekov J.S., Usoltceva G.A.

The effect of carbon dioxide on the process of liquid-phase reduction smelting of ilmenite.

Summary. 1. The impending problems of reducing the quality of iron ore and coking coals caused the search for effective variants of liquid-phase restorative uncooked smelting for pig iron of low-quality ores and coals.

2. The unstable situation with the raw material base makes rethinking the liquid-phase reduction melting of ilmenite in the titanium industry.

3. The deep difference in the processes of liquid-phase reduction melting of hematite and ilmenite in pig iron is associated with the temperature regime of the form reducing agent, in the first case solid carbon, and in the second case with gaseous carbon monoxide (CO).

4. A series of heterogeneous catalytic reactions of integration with carbon monoxide over Me-O bonds with formation of carbonate, carbonyl and carboxyl-containing compounds is considered.

5. It is shown that liquid-phase selective reduction of iron from ilmenite by carbon dioxide in an ore-thermal furnace includes a number of stages of successive physicochemical processes:

- melting, conversion or heterogeneously catalytic incorporation of iron monoxide into a three-dimensional titanium-oxygen frame, which causes its destruction and transfer of polymer titanium oxides to the monomeric insulated titanium-oxygen tetrahedron $[TiO_4]^{4-}$, which forms a fusible compound Fe_2TiO_4 with iron;

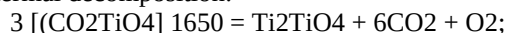
- Pyrolysis of carbon dioxide and carbonylation of iron and titanium:



- restoration of iron:



- formation of titanium slag by thermal decomposition:



Keywords: ilmenite concentrate, high-titanium slag, pig iron, carbon dioxide, derivatograph.

УДК539.23:621.793

Е.Р. Ким¹, Р.Е. Уалиханов¹, Д.Т. Укубасова², Л.В. Гриценко¹,
Г.А. Байгаринова³, Х.А. Абдуллин³

(¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

³Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа при КазНУ им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА НА СВОЙСТВА СЛОЁВ СУЛЬФИДА КАДМИЯ

Аннотация. Успехи развития современной микроэлектроники тесно связаны с научными разработками в области тонкоплёночных материалов, в частности сульфида кадмия. Сульфид кадмия является широкозонным полупроводником 2.42 эВ. Это свойство CdS используется в оптоэлектронике, как в фотоприёмниках, так и в солнечных батареях. Разнообразие и специфичность свойств этого соединения обуславливает широкое применение в современной промышленности и приборостроении. Тонкоплёночные соединения на основе сульфида кадмия используются для изготовления фотоэлектрических, регистрационных и люминесцентных устройств. Исследовано влияние параметров гидротермального синтеза, таких как температура и продолжительность, на свойства наноструктурированных слоёв CdS.

Ключевые слова: сульфид кадмия, гидротермальный метод, оптические и структурные свойства.

Введение

Исследователи продолжают активно изучать свойства сульфида кадмия с точки зрения наноразмерных явлений, рассматривая его в качестве перспективного материала для многих практических применений. В целом, широко изучаются наночастицы, нанокристаллы, нановискеры, наностержни и нанопроволоки органических, неорганических и биологических материалов на основе наноструктурированного CdS.

С появлением нанокристаллов CdS исследуются такие поразительные эффекты, как размерное квантование, нелинейное оптическое поведение и необычная флуоресценция [1, 2]. В работе [3] показано, что оптические свойства кластеров CdS сильно зависят от методов их получения.

Сульфиду кадмия характерны две кристаллические фазы: гексагональная типа вюрцит и кубическая типа цинковая обманка [4-6]. Как известно, полупроводниковые материалы, в том числе и CdS, демонстрируют изменение своих электронных и оптических свойств при изменении морфологии и размеров [7]. В связи с этим экспериментаторы уделяют большое внимание морфологии получаемых образцов. Отработана техника осаждения CdS в виде наночастиц, полых сфер [8], вида ядро-оболочка [9].

Гидротермальным методом синтеза, являющимся одним из наиболее эффективных, и были получены наноструктурированные слои сульфида кадмия в данной работе.

Экспериментальные результаты и обсуждение

Для гидротермального синтеза слоёв сульфида кадмия использовался раствор роста, полученный путём добавления водного раствора 1М тиомочевина (NH_2CSNH_2) в водный раствор 1М ацетата кадмия дигидрата ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \times 2\text{H}_2\text{O}$).

Стеклоянные слайды и полированные пластины кремния, легированного бором (КДБ (9,6-14,4)), применялись в качестве подложек. Перед проведением синтеза все подложки были очищены в растворе дихромата калия и азотной кислоты, а также подвергнуты кипячению в течение 20 мин в растворе, содержащем пероксид водорода (H_2O_2 , 30%) [гидроксид аммония](#) (NH_4OH , 25%) и дистиллированную воду в соотношении 1:1:4 для создания гидрофильной поверхности.

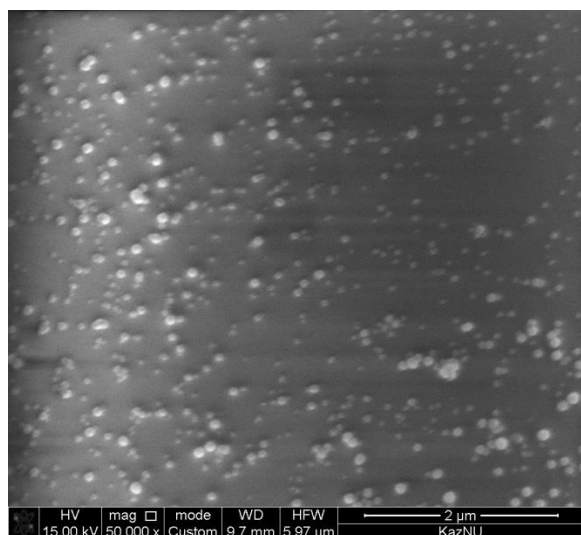
Гидротермальный синтез осуществлялся в закрытом стеклянном лабораторном стакане на магнитной мешалке с подогревом при температурах 60, 70 и 80°C. Подложки располагались в стакане под небольшим углом к вертикали, обращённые стороной роста ко стенкам стакана. Продолжительность синтеза составляла 2-6 ч. По окончании синтеза образцы CdS промывались дистиллированной водой в ультразвуковой ванне в течение 5 мин и высушивались на воздухе при температуре 115°C в течение 5-7 мин.

Изменение морфологии полученных образцов CdS при различных параметрах гидротермального синтеза было исследовано методом сканирующей электронной микроскопии на электронном растровом микроскопе Quanta 200i 3D (FEI Company) с вольфрамовым катодом прямого накала, влияние синтеза на морфологию.

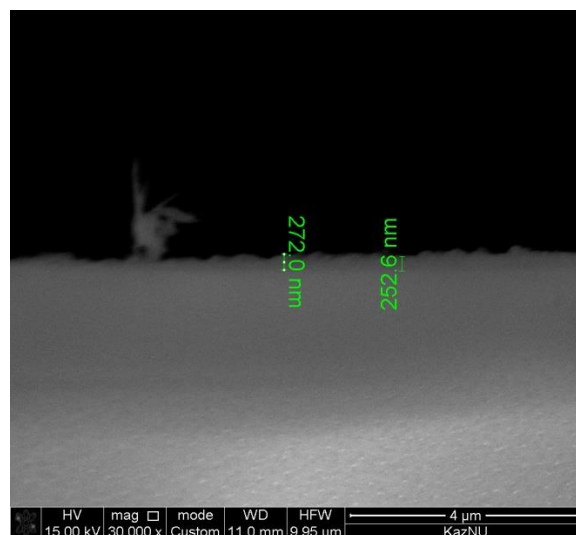
Морфология образцов, синтезированных при различных температурах 60, 70 и 80°C в течение 2 ч, представлена на рисунках 1 - 3. Видно, что в процессе гидротермального синтеза формируются слои сульфида кадмия путём кристаллизации в виде отдельных шарообразных скоплений частиц. Отмечено, что при увеличении температуры синтеза размер шарообразных скоплений увеличивается от ~ 50 нм при 60°C до ~250 нм при 80°C, и толщина сформировавшегося слоя возрастает. Усреднённые параметры синтезированных слоёв CdS представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость размера частиц и толщины слоя от температуры синтеза

№	Температура, °C синтеза	Размер частиц, нм	Толщина слоя, нм
1	60	50	252
2	70	100	340
3	80	250	850



а



б

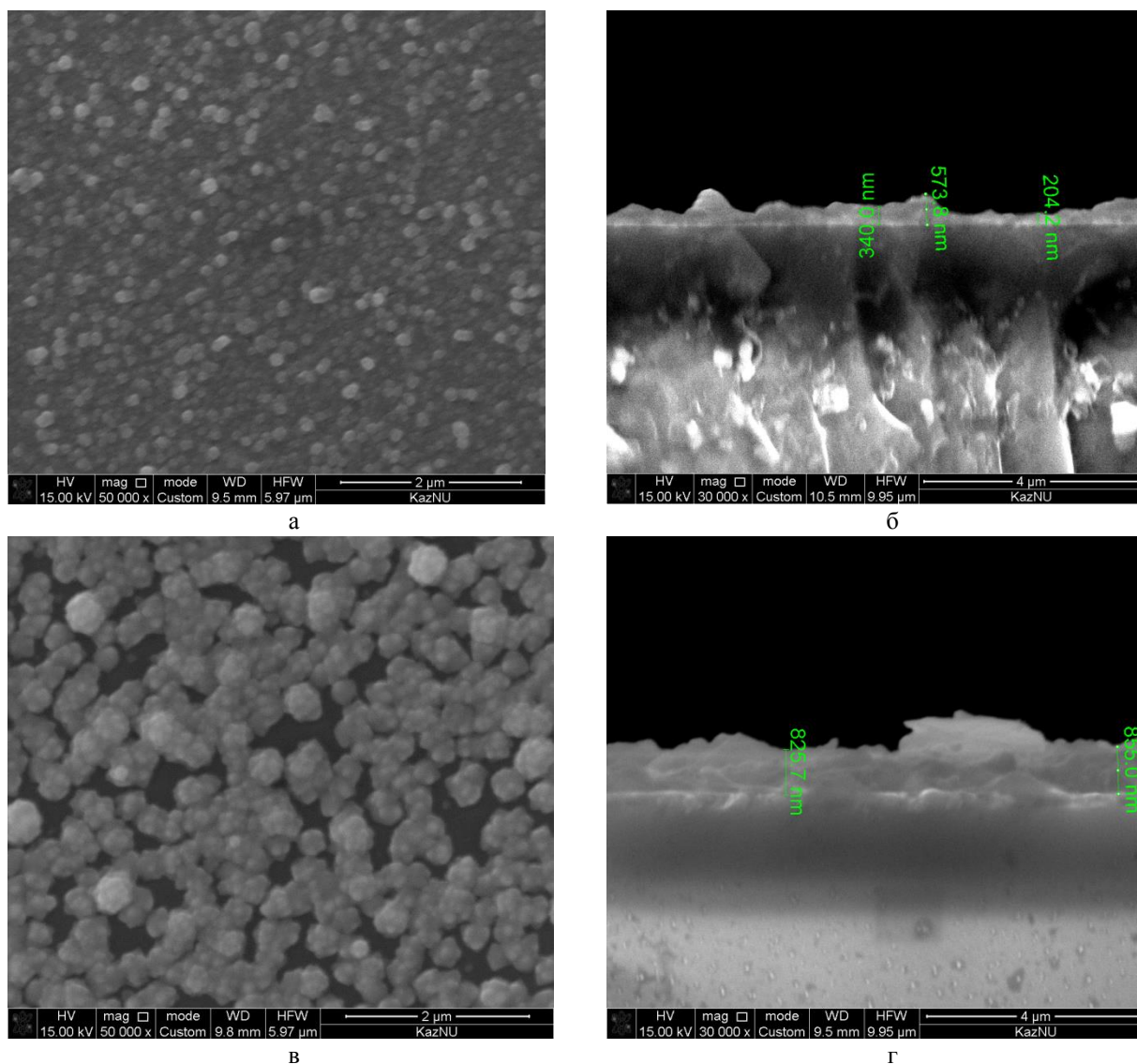
а, б –при температуре 60°C

Рис.1. Морфология образцов CdS, полученных гидротермальным методом, продолжительность синтеза 2 ч

Исследовано влияние продолжительности гидротермального синтеза на свойства полученных образцов CdS. На рисунках 3 и 4 представлена морфология образцов, синтезированных при 70°C, продолжительность синтеза которых составила 4 и 6 ч.

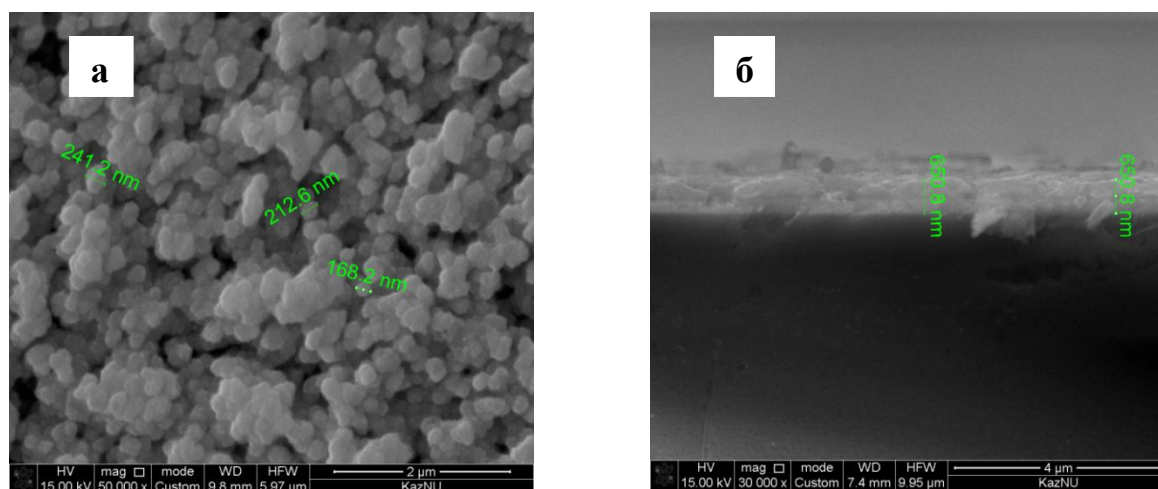
Увеличение продолжительности синтеза влечёт увеличение толщины формирующегося слоя сульфида кадмия, при этом размер шарообразных частиц после четырёх часов синтеза практически не увеличивается.

Сульфид кадмия является перспективным материалом для использования в оптоэлектронных устройствах, поэтому весьма важно изучать его оптические свойства. Для образца CdS, осаждённого гидротермальным методом в течение двух часов на стеклянную подложку при температуре синтеза 70°C, были исследованы такие оптические свойства, как спектры пропускания (рисунок 5) и спектры оптической плотности (рисунок 6).



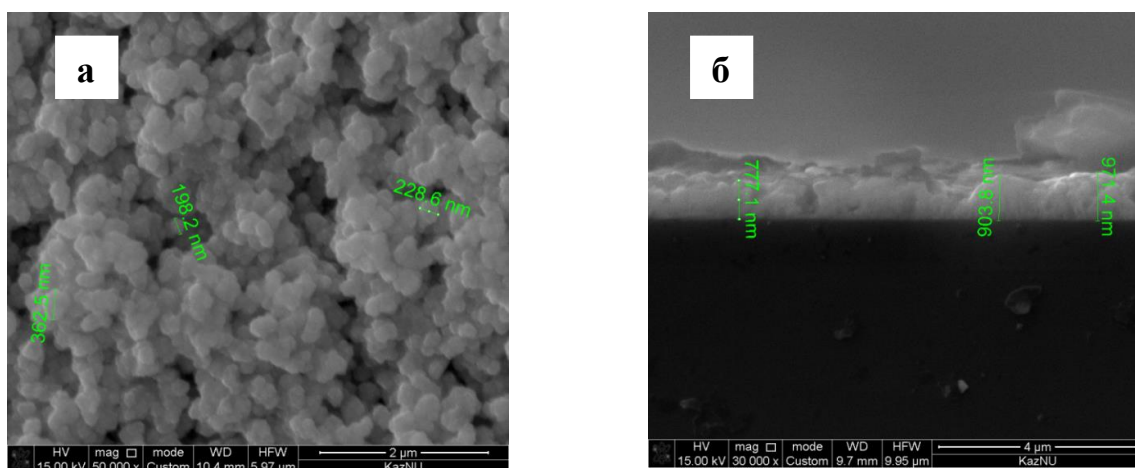
а, б - при температуре 70°C; в, г – при температуре 80°C

Рис. 2. Морфология образцов CdS, полученных гидротермальным методом, продолжительность синтеза 2 ч



а – вид сверху, б – сбоку

Рис. 4. Морфология образцов CdS, полученных гидротермальным методом при 70°C, продолжительность синтеза 4 ч



а – вид сверху, б – сбоку

Рис. 4. Морфология образцов CdS, полученных гидротермальным методом при 70°C, продолжительность синтеза 6 ч

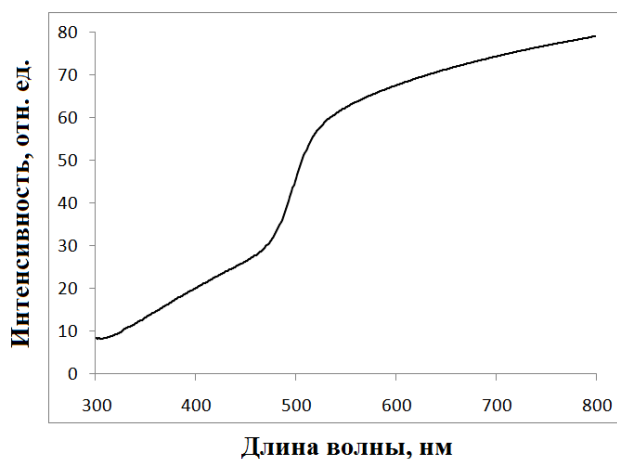


Рис. 5. Коэффициент пропускания образца CdS, полученного гидротермальным методом в течение 2 ч. при температуре 70°C

Спектры пропускания и оптического поглощения полученных слоёв CdS демонстрируют прозрачность образцов, при этом область поглощения CdS расположена в области 450-500 нм (рисунок 5).

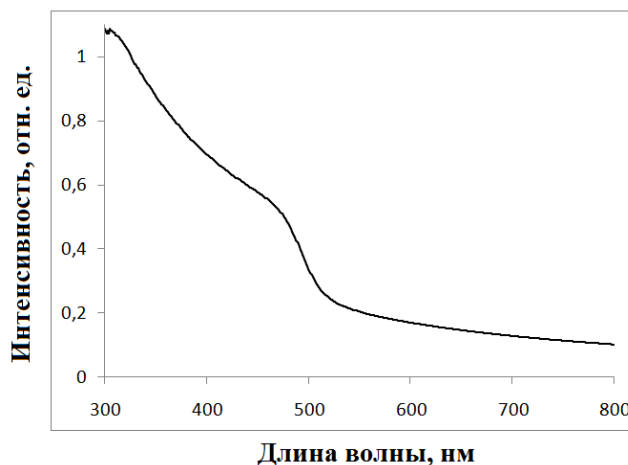


Рис. 6. Спектр оптической плотности образца CdS, полученного гидротермальным методом в течение 2 ч при температуре 70°C

Методом Тауса [10] на основе спектров оптической плотности была определена ширина запрещённой зоны синтезированных образцов CdS, которая составила приблизительно 2.4 эВ (рисунок 7).

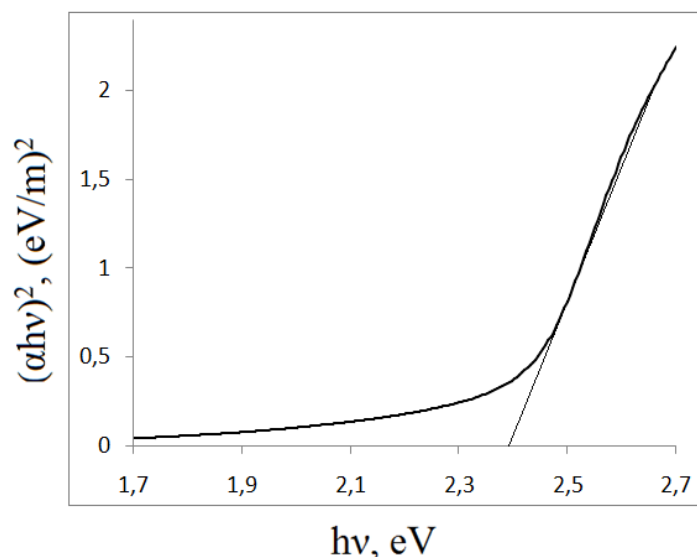


Рис. 7. Соотношение между $(\alpha h\nu)^2$ и $(h\nu)$ для образца CdS, полученного гидротермальным методом в течение 2 ч при температуре 70°C

Выводы:

Отработан низкзатратный гидротермальный метод синтеза тонких плёнок сульфида кадмия, перспективных для применения в фотовольтаике. Изучено влияние параметров синтеза (продолжительность, температура) на свойства синтезированных образцов CdS. Исследованы морфология и оптические свойства полученных образцов. Отмечено, что при увеличении температуры или продолжительности синтеза размер шарообразных скоплений увеличивается и толщина сформировавшегося слоя возрастает. Показано, что спектры пропускания и оптического поглощения полученных слоёв CdS демонстрируют прозрачность образцов. Определена ширина запрещённой зоны синтезированных образцов CdS, которая составила приблизительно 2.4 эВ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Y. Wang Nonlinear optical properties of nanometer-sized semiconductor clusters// Acc. Chem. Res. – 1991. – Vol. 24. – P. 133.
- [2] A. P. Alivisatos Semiconductor Clusters, Nanocrystals, and Quantum Dots // Science. – 1996. – Vol. 271. – P. 933.
- [3] T. Vossmeier, L. Katsikas, M. Giersig, I. G. Popovic, and H. Weller Electrochemical synthetic route for preparation of CdTe quantum-dots stabilized by positively or negatively charged ligands// J.Green Chemistry. – 2013. – № 4. – P. 849.
- [4] D. J. Kim, Y.M. Yu, J.W. Lee, and Y. D. Choi Investigation of energy band gap and optical properties of cubic CdSe layers // Appl. Surf. Sci. – 2008. – Vol. 254. – P. 7522.
- [5] D. L. Zheng, Q. X. Wang, F. Gao, Q.H. Wang, W. W. Qiu, and F. Gao [Development of a novel electrochemical DNA biosensor based on elongated hexagonal-pyramid CdS and poly-isonicotinic acid composite film](#) // Biosens. Bioelectron. – 2014. – Vol. 60. – P. 167.
- [6] Z. K. Heiba, M. B. Mohamed, and N.G. Imam Biphasic quantum dots of cubic and hexagonal Mn doped CdS; necessity of Rietveld analysis// J. Alloys Compd. – 2015. – Vol. 618. – P. 280.
- [7] O. D. Bekasova, A. A. Revina, A. L. Rusanov, E. S. Kornienko, and B. I. Kurganov Effect of gamma-ray irradiation on the size and properties of CdS quantum dots in reverse micelles// Radiat. Phys. Chem. – 2013. – Vol. 92. – P. 87.
- [8] N. Kumar and V. Dutta Synthesis of hollow CdS micro-/nanospheres by CoSP technique and their visible light photocatalytic activities// Appl. Surf. Sci. – 2014. – Vol. 288. – P. 172.
- [9] G. Murugadoss Synthesis and study of optical and thermal properties of multi layers coated CdS core-shell nanocomposites// J. Lumin. – 2014. – Vol. 146. – P. 430.
- [10] S. Thangavel, S. Ganesan, K. Saravanan, Annealing effect on cadmium in situ doping of chemical bath deposited PbS thin films// Thin solid films. – 2012. – Vol. 520, Issue 16. – Pages 5206.

Ким Е.Р., Уалиханов Р.Е., Укубасова Д.Т., Гриценко Л.В., Байгаринова Г.А., Абдуллин Х.А.

Гидротермалдық әдіспен синтезделген сульфид кадмийдің қабатының оптикалық және құрылымдық қасиеті

Түйіндеме. Заманауи микроэлектрониканың даму сәттіліктері жұқа үлдірлі материалдар саласындағы, атап айтқанда кадмий сульфидін ғылыми зерттеулермен тығыз байланысты. Кадмий сульфиді кең аймақты жартылай өткізгіш 2.42 эВ болып табылады. CdS бұл қасиеті фотоқабылдағыштар сияқты оптоэлектроникада, сондай-ақ күн батареяларында пайдаланылады. Бұл байланыс қасиеттерінің алуантүрлілігі мен ерекшелігі заманауи өнеркәсіп пен аспап құрастыру саласында кеңінен қолданылуын айқындайды. Кадмий сульфидінің негізінде жұқа үлдір байланыстары фотоэлектр, тіркеу және люминесцентті құрылғыларды жасау үшін пайдаланылады. Гидротермальді синтез арқылы алынған CdS үлгілерінің қасиеттері оптикалық спектроскопия, рентгенқұрылымдық талдау, электрондық микроскопия әдісімен зерттелген. Синтезделген жартылай өткізгіш материалдардың фотоэлектр энергия түрлендіргіштерін құру саласында келешегі зор.

Өзекті сөздер: кадмий сульфиді, гидротермалдық әдіс, оптикалық қасиеттері.

Kim E.R., Ualikhanov R.E., Ucubasova D.T., Gritsenko L.V., Baigarinova G.A., Abdullin Kh.A.

Optical and structural properties of cadmium sulfide layers, synthesized by hydrothermal route

Summary. Advances in the development of modern microelectronics are closely related to scientific developments in the field of thin-film materials, in particular cadmium sulfide. Cadmium sulphide is a wide-band semiconductor of 2.42 eV. This property of CdS is used in optoelectronics, both in photodetectors and in solar cells. The variety and specificity of the properties of this compound causes wide application in modern industry and instrument making. Thin-film compounds based on cadmium sulfide are used for the manufacture of photoelectric, recording and luminescent devices. The effect of hydrothermal synthesis parameters, such as temperature and duration, on the properties of nanostructured CdS layers was studied.

Key words: cadmium sulfide, hydrothermal method, optical structural properties.

УДК 624.011.9

¹Е.Т. Боташев, ¹К.К. Сырманова, ²А.Ф. Кемалов, ¹Ж.Б. Калдыбекова

(¹М.О. Әуезов ат. Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы

²Қазан федералды университеті, Қазан, Ресей Федерациясы)

ЖОЛ БИТУМДАРЫН АЛУ ҮШІН КУЛАНТАУ ВЕРМИКУЛИТІНІҢ ОРГАНИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШҚА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Мақалада модифицирленген битумдарды өндіру үшін органикалық қосылыстардың физикалық және механикалық қасиеттеріне полимерлік қоспаның әсер етуі туралы мәліметтер және Кулантау вермикулитінің жол битумын дайындау үшін органикалық байланыстырғыштардың қасиеттеріне әсері туралы тәжірибелік деректер келтірілген. Битумдағы қайталама тығыздықты полиэтилен концентрациясының жоғарылауымен органикалық байланыстырғыштың тұтқырлық деңгейі төмендейді, қатайтылады. Жұмсарту нүктесі 65 ° С-қа дейін көтеріледі, бұл олардың жоғары жазғы температура кезінде жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Сондай-ақ, икемділік жақсарады және минералды компоненттермен адгезия жақсарады, бұл органикалық байланыстырғыштарды қолдану арқылы жол бетінің беріктігі мен судың тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Көрсетілгендей, кеңейтілген вермикулит мазмұны өсетіндіктен, тұтқырлық пен жұмсарту нүктесі битум құрамының құрамында өседі. Өзгертілген битумның тұтқырлығы мен жұмсарту температурасының жоғарылауы жаздың жоғары температурасы жағдайында пластикалық деформацияның пайда болу мүмкіндігі айтарлықтай төмендейді.

Негізгі сөздер: Битум, полимерлік қалдықтар, органикалық байланыстырғыш, модификация, вермикулит

Қазақстанның жол саласын дамыту бағдарламасында сапалық көрсеткіштерін жақсартатырып, жол битумдарын қолдану көлемін айтарлықтай жоғарылату қарастырылған.

Жол құрылысында мұнай битумдары кең таралған. Оны алу табиғи битумдармен салыстырғанда қол жетімді және тиімді болды. Орташа есеппен алғанда мұнай битумдарының құны табиғи битумдардың бағасынан 5-6 есе төмен.

Битум жалпы алғанда әлдеқайда белгілі органикалық байланыстырғыш материалдардың бірі және мұнай өңдеудің ірітоннажды өнімі болып табылады.

Мұнай битумы – өте бағалы жол-құрылыс материалы, оны пайдалану арқылы бүкіл әлемдегі

өнеркәсібі дамыған мемлекеттер жетілдірілген жол жабындарын салуда. Қазіргі уақытта мұнай битумдарын пайдалану арқылы түрлі конструкциялы және оның ішінде әлдеқайда жетілдірілген – асфальтты бетонды жол жабындары кең таралған. Түрлі климатты жағдайларда әр түрлі жол жабындарын орнықтыру үшін стандарттармен жол битумдарының кең ассортиментін шығару қарастырылған.

Битумның қасиеттері мұнайдың қасиеттері мен оны алу әдісіне байланысты.

Жол битумдарын алу үшін әлдеқайда жақсы шикізатқа асфальтты шайырлы заттардың мөлшері көп (20% көп) жоғары шайырлы азпарафинді мұнайлар жатады. Республикада жоғарысапалы жол битумдарын өндіру үшін жоғарысапалы күкіртті, азпарафинді мұнайлардың қоры көп екені белгілі. Жол битумдарын өндіру үшін – қалдықтың шығыны - 60% асады.

Мұнайды айдаған кезде газойль фракцияларын алудың тереңдігі анықталған. Қалдықтарды тотықтырудың өнімдеріне Ресей, Қазақстан және Евростандарттың стандарттарын толықтай қанағаттандыратын және

жоғары төментемпературалы сипаттамаларымен иеленген жоғарысапалы жол битумдары жатады.

Қазақстанның жол-құрылыс компанияларын жеке сапалы жол битумдарымен қамтамасыз ету мәселесі өзекті болып отыр.

Битум — асфальттыбетонды қоспалардың негізгі компоненттерінің бірі, оған жол жабындарының сапасы тәуелді, яғни оны жөндеусіз қолданудың ұзақтығына да байланысты болып отыр.

Битумның физико-механикалық сипаттамаларының ерекшеліктеріне, сонымен қатар салыстырмалы арзандығы және өндірістің үлкен көлеміне байланысты, мұнай битумы асфальтты бетонды өндіру үшін жүз жылдан аса негізгі байланыстырғыш материал ретінде қолданылады.

Бірақ автомобиль жолданрына деген тұрақты түрдегі жүктемелерінің өсуі қолданылатын материалдардың, сонымен қатар байланыстырғыш материалдардың әлдеқайда жоғары сапасын талап етеді.

Байланыстырғыштың эксплуатациялық сипаттамаларын айтарлықтай жоғарылату үшін, битумды полимерлі-битумды байланыстырғыштар деп аталатын жоғарымолекулалы қосылғыштармен араластыру арқылы қол жеткізуге болады. Органикалық байланыстырғыш материал асфальттыбетонның құрылымдытүзетін негізгі компоненті, көбіне оның қасиеттерін анықтайды. Органикалық байланыстырғыш материалдың есебінен жеке минералды зерна берік монолит түзеді, ол механикалық күштер мен атмосфералық факторлардың әсеріне қарама-қарсы тұра алады.

Осы жұмыста Шымкент битум заводының «Газпромнефть-Битум Казахстан» ЖШС БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы қолданылған.

Зауыттың өнімділігі тәулігіне 500 тонна. Битумды өндіру үшін шикізат ретінде Омск МӨЗ «Газпромнефть-Омский НПЗ» ЖШС жеткізілетін гудрон (вакууммен айдаудың ауыр мұнай қалдығы) болып табылады. БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы мұнайөндеудің ірітоннажды өнімі ол бағалы техникалық қасиеттердің жинағымен сипатталады және жол құрылысында кең түрде қолданылады.

Кесте 3 ұсынылып отырған битумның физико-механикалық қасиеттері келтірілген.

1-кесте. БНД 70/100 физико-механикалық қасиеттері.

№	Көрсеткіштері	Мәні
1.	Инениң ену тереңдігі, 0,1 мм:	
	25 °С-та	75
	0 °С-та	22
2.	Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	48
3.	25°С-та созылмалдылығы, см	115
4.	Шынылану температурасы, °С	-20
5.	Тұтану температурасы, °С	240

Полимерлі модификаторларды, яғни битумды-полимерлі композицияларды ала отырып, оны енгізу арқылы битумның қасиеттерін айтарлықтай жақсартуға болады.

Екіншілік полиэтилен 1:1 қатынаспен битуммен тұрақты түрде араластыру арқылы

араластырылады. Пластификатор ретінде И-20А индустриалды майы қолданылды. Кесте 2 модифицирленген битум алу үшін органикалық байланыстырғыштың физико-механикалық қасиеттерін зерттеудің нәтижелері келтірілген.

2-кесте. Модифицирленген битум алу үшін органикалық байланыстырғыштың физико-механикалық қасиеттері

№	Көрсеткіштері	Екіншілік ПЭНП битумдағы қатынастарының көрсеткіштері					
		0%	1%	2%	3%	4%	5%
1.	Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм:						
	25 °C-та	75	67	64	61	55	50
	0 °C-та	22	24	23	23	21	20
2.	25°C-та созылмалдылығы, см	115	47	27	19	12	7
3.	СмШ бойынша жұмсару температурасы, °C	48	51	55	59	62	65
4.	Созылмалдылығы, %	-	39	40	42	52	55

Тығыздығы төмен екіншілік полиэтиленнің концентрациясын жоғарылатқан сайын битумда органикалық байланыстырғыштың битумдағы тұтқырлық дәрежесі төмендейді, яғни әлдеқайда қатты болады.

Жұмсару температуасы 65°C-қа дейін жоғарылайды, ол деген жоғары жазғы температураларда оны эксплуатациялауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, созылмалдылығы жоғарылайды және минералды компоненттермен адгезиясы жақсартылады, ол деген осы органикалық байланыстырғышты пайдалану арқылы жол жабындарының беріктігі мен суға төзімділігін қамтамасыз етеді. Адгезия процесін битумды байланыстырғыштың минералды материал жазықтығындағы адсорбциясы деп қарастыруға болады. Адсорбцияда молекулааралық өзара әсер ету өтеді, және адгезия осы әрекеттер жақсартылған сайын жоғарылайды, ол деген белсенді функционалды топтары бар битумды байланыстырғыштың белсенділігін арттыру арқылы қол жеткізіледі. Қолданылған полимерлі қосымшалардың макромолекула құрылысында полярлы функционалды топтар бар.

Модифицирленген битумдарды алу үшін осы органикалық байланыстырғыштың температураға төзімділігі, қаттылығы мен созылмалдылығы жол конструкциясына жоғары деформациялық тұрақтылық пен температура климаты жоғарылайтын аймақтарда эксплуатациялауға мүмкіндік береді.

Битумдарды модификациялаудың белгілі тәсілдері негізі жылуға тұрақтылығын жоғарылатуға мүмкіндік береді, бірақ теріс температурада беріктігін жоғарылатуға кепілдік бермейді.

Сондықтан, тұрақтылықты сақтай отырып, битумды минералды байланыстырғыштарды алу үшін, жоғары, сонымен бірге төмен температураларда кеуекті вермикулитті битумды минералды композицияларда қолдану, және оның негізінде асфальтты бетонды алу бойынша зерттеу жүргізілді.

Кеуекті вермикулитті салқындатқаннан кейін өзінің көлемін слюда парақтары арасындағы өте жұқа қабаттарда сақтайды, нәтижесінде күйген вермикулит келесі бағалы қасиеттермен – төмен жылуөткізгіштігімен, отқа төзімділігі жоғары және дыбысты өзіне сіңірумен сипатталады.

Өзінің қасиеттеріне байланысты балқытылған металмен араласпайды және өте тиімді жоғары температуралы (1100°C дейін) жылуизоляциялық материал болып табылады.

Вермикулиттен жасалған материалдар мен бұйымдар жанбайды, биотөзімді, сілтіліер мен қышқылдар әсеріне бейтарап, уақыт бойынша тұрақты берік, деформациялық және жылутехникалық сипаттамалары бар. Бұл деген вермикулитті конструкциялық және біруақытта жылу- мен дыбысизоляциялық материал ретінде пайдаланудың жоғары тиімділігіне алып келеді. Минерал ағынды суларды, мұнайластарын тазалау үшін адсорбентті пайдаланудың шамамен 200 саласы бар.

Кесте 3 кеуекті кулантау вермикулитінің физико-химиялық қасиеттері келтірілген.

3-кесте. Кеуекті кулантау вермикулитінің физико-химиялық қасиеттері

Шашыранды көлемдік массасы, кг/м ³	80-200
Жылуөткізгіш коэффициенті 25°C-та, Вт/м град	0,048-0,060
Жиілігі 1000 Гц дыбысты сіңіру коэффициенті	0,7-0,8
Балку температурасы, °C	+1250
Пайдалану температурасы, °C	от - 260 до + 1200

Жоғары адсорбциялық және иондыалмастырғыш қасиеттері, модифицирленген, оның ішінде және органоминаралды формалар, салыстырмалы түрде қышқыл- мен сілтіге жақсы төзімділігі оны кең түрде қолданылуға және вермикулит негізінде құрылыс пен материалдардың қасиеттерін зерттеуге берік мүмкіндік береді.

Вермикулит өте бағалы табиғи материал болып табылады. Кеуекті вермикулит, яғни термоөңдеуден өткен күйінде түрлі салаларда үлкен экономикалық тиімділікпен пайдаланылады. Кеуекті вермикулит жанбайды, шірімейді, химиялық инертті, ұзақ сақтауға болады, биотөзімді, өртке қауіпсіз, экологиялық түрде таза, жақсы алтын жалатылған түсі бар, иондыалмасу және сорбциялық қасиеттермен, сіңіруге және сұйықтық пен газдарды сіңіруге қабілеттілігі жоғары. Вермикулит әсіресе кең ауқымда өндірістің келесі салаларында: рефрижераторлардың жылуизоляциясындағы вагон-салқындатқышқытарда, термотөзімді контейнерлерде; әсіресе кеуекті резинаға толықтырғыш ретінде, линолеум, бакелитті және пластик бұйымдарын, электроизоляциялық төсеніштерді өндіру; отқа төзімді бояулар, эмальдар, фарфорлы бұйымдарды өндіру, машина жасау және құю ісіндегі болат беттерді өндіру; топырақтың құрылысы мен жердің сулы-ауалы қасиеттерін жақсартады; жеміс-жидектерді сақтау үшін өте тиімді материал, системаларда салқындату және қысымды жоғарылату үшін; автомобильді және тракторлы майлағыштарға қосымша ретінде; асбест пен тапшы перлитті көптеген өндірісте ауыстырғыш ретінде қолданылады.

Вермикулиттің жылдық қоры айтарлықтай көп. Негізгі кен орындары АҚШ, ОАР, Ресей және басқа мемлекеттерде шоғырланған.

Вермикулиттің кен орны біздің республикада да бар. Қазақстан Республикасының вермикулитке деген тұтынысы кең ауқымда пайдаланылуы жылына ондаған мың тонна құрайды. Алдағы уақытта вермикулитті экспорттау мүмкіндігі бар: экспортты вермикулитті өндіруші ел ол ОАР, ал Батыс Европада вермикулиттің өндіріс орындары анықталмаған. Бүкіл дүние жүзілік нарықта вермикулиттің бағасы өсуде, ол әлдеқайда бай және сапасы жоғары руданы өндірумен және вермикулитті өндірістің түрлі салаларында пайдаланудың жаңа бағыттары пайда болуымен түсіндіруге болады.

ОҚО кен орны вермикулиттің рудасының химиялық анализі кесте 4 келтірілген, онда соңғы гидратталған түрі, вермикулитке өту процесі аяқталған: темірдің 2 валентті формадан 3 валенттіге өтуі де аяқталмаған, яғни кен орынның көпіршікті минералдары құрамында вермикулиттің минералогиялық мәні бар түрі жоқ, «вермикулит» термині бойынша ауыспалы қатардың (Иірсу мен Жыландының вермикулит кен орны) күшті гидратталған көпіршіктері деп түсіну керек.

Кулантау кен орны вермикулитінің сапалық сипаттамаларының алынған нәтижелері кесте 4 келтірілген.

3-кесте. Кулантау кен орны вермикулитінің сапалық сипаттамалары

№ үлгі	Блғалдылығы, %	Гидратациялау дәрежесі, %	Көлемдік салмағы, кг/м ³	Вермикулиттің мөлшері, %
1	6,2	65	178	30
2	9,0	70	200	35
3	3,7	60	130	28
4	3,1	75	140	26

Кеуекті вермикулитті алудың технологиялық процесі оны бұрғылау мен вермикулитқұрамды жыныстарын байытудан, вермикулиттің ірі фракцияларын майдалау және қыздырудан басталады.

Кеуекті вермикулит өлшемі мен бөлшектеріне байланысты бірнеше фракцияға бөлінеді, көлемдік салмағы шикізаттың + байланысты кең көлемде ауытқуы мүмкін.

Кеуекті вермикулиттің төмен көлемдік салмағы оның тек бір артықшылығына жатпайды. Вермикулиттің бөлшектері серпімділікпен сипатталады. Кеуекті вермикулит биіктігінің, яғни жүкті алғаннан кейінгі алдын-ала сығылған сынаманың өзіне қайта келуімен сипатталады. Кеуекті вермикулитті осьтік сығу кезінде пластина арасы қысылу есебінен серпімділігі және қалдық болып бөлінеді.

Кеуекті вермикулит анизотропты қасиеттермен сипатталады: бағыты дәнекерелеу жазықтығына перпендикуляр, вермикулиттің дәндерінің беріктігі, дәнекерелеу жазықтығына параллель бағытына қарағанда беріктігі төмен. Соған сәйкес біріншісі деформациялық, ал екіншісі - Кеуекті вермикулиттің хрупкости қасиеттерімен иеленген.

Кеуекті вермикулиттің құрылысы мен қасиеттерін анализдеу оны битумға демпфирлеуші қосымша ретінде қолданылуы мүмкін екендігін көрсетті.

Кесте 5 БНД 70/100 маркалы битум үшін кеуекті вермикулиттің мөлшеріне байланысты модифицирленген кеуекті вермикулиттің, композицияның қасиеттері физико- химиялық зерттеулерінің мәндері келтірілген.

5-кесте. Композицияның, модифицирленген кеуекті вермикулиттің физико-химиялық қасиеттері келтірілген.

Кеуекті кулантау вермикулитінің мөлшері, масс %	Композицияның қасиеттері		
	Тұтқырлық, шартты.град	Жұмсару температурасы, °С	созылмалдылығы
Битум БНД 70/100			
0	108	44	68
0,5	104	49	64
1,0	98	50	61
1,5	97	52	58
2,0	85	53	57
2,5	76	56	49
3,0	77	48	60
3,5	74	49,5	60
4,0	72	48,5	61
4,5	70	48	61
5,0	68	49	60

Битумды композицияны кеуекті кулантау вермикулитін (фракция 0,5-1 мм) 75-80°C -қа дейін қыздырылған битумға араластыру арқылы енгізумен жүргізілді. Алынған композиция үшін иненің ену тереңдігін 0,1 мм 25°C-та, жұмсару температурасын, шынылану температурасын, иілімділік температурасын, 25°C-тағы созылмалдылығы анықталды.

Кестеде келтірілген мәндерден көрініп тұрғандай, кеуекті вермикулиттің құрамын битумды композицияда көбейткен сайын тұтқырлығы мен жұмсару температурасы өседі. Модифицирленген битумның тұтқырлығы мен жұмсару температурасының өсуі оның жоғары температуралы жазғы мерзімде пластикалық деформацияның пайда болу мүмкіндігі айтарлықтай төмендейді. Жүргізілген зерттеулер келесіні көрсетті, яғни битумды композиция құрамындағы кеуекті вермикулиттің оптималды мөлшері 4±0,5% құрайды.

ӘДЕБИЕТ

[1] Сериков Т.Т., Серикова З.Ф., Оразбаев К.Н. Қазақстандағы мұнай өңдеу технологиялардың заманауи жағдайы. – Атырау.: Ер Төстік. 2008 –206 б.

[2] Капустин В. М., Рудин М. Г. Мұнайды қайта өңдеудің химиясы және технологиясы. Оқу құралы. М.; Химия, 2013.-496 б.

[3] Гуреев А.А. Битумды материалдарды өндірудің жаңа технологиялары, Жанармай мен майлардың химиясы және технологиясы/ А.А.Гуреев, В.А.Сомов. А.И. Луговской, А.В.Иванов //.-2000.-№2.-С.49-51.

[4] Кемалов А.Ф. Жоғары өнімділік қасиеттері бар битумдар мен битумдарды өндіруге арналған көпфункционалды модификаторларды құру, Өнеркәсіптік Қазақстан. Технологиялар мен жабдықтардың нарығында путвератор.-2010.-№3-С.51

[5] Гохман Л.М. Битум, полимер-битуминозды байланыстырғыштар, асфальт-бетон, полимерлі бетон /Л.М. Гохман: Оқу құралы .-М.:ЗАО «Экон-Информ», 2004.-585б.

[6] Колышева Е.О. Полимер-битуминозды байланыстырғыштарды өндіру / Е.О. Колышева, Н.Г. Евдокимова, Г.М. Гайнуллина // Жинаққа. «Ғылым. Технология. Өндіріс - 2014 »халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары. - Уфа: Изд-У ҰҒТУ, 2014. - 8-10 беттер

[7] Сырманова К.К., Калдыбекова Ж.Б. Көпфункционалды сорбенттер Монография, Шымкент, ОҚМУ, 2012, -168

[8] Ботабаев Н.Е., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б. Құлантаулық вермикулиттің физико-химиялық қасиеттерін зерттеу.- Ғылыми журнал Қ.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰТУ-нің Хабаршысы/Научный журнал Вестник КазНТУ им К.И.Сатпаева, 2015, №4(110), б.539-542.

[9] Сырманова К., Сулейменова М.Т., Ковалева А.Е., Ботабаев Н.Е., Калдыбекова Ж.Б. / қышқылды активтендіру әдісімен вермикулит сорбенттерін адсорбциялау қабілеті. «Oriental Journal of Chemistry» журналы (ISSN: 0970-020X, Индия) 2017, т.33, № (1): Pg.509-513.

Боташев Е.Т., Сырманова К.К., Кемалов А.Ф. Калдыбекова Ж.Б.

Изучение влияния кулантауского вермикулита на свойства органических связующих для получения дорожных битумов

Резюме. В статье представлены данные влияния полимерной добавки на физико-механические свойства органических связующих для получения модифицированных битумов и экспериментальные данные влияния кулантауского вермикулита на свойства органических связующих для получения дорожных битумов.

Ключевые слова: Битум, полимерные отходы, органическое вяжущее, модификация, вермикулит.

Botashev E.T., Syrmanova K.K., Kemalov A.F., Kaldybekova Zh.B.,

Study of the influence of the culantous vermiculite on the properties of organic binding bitumens obtaining for obtaining

Summary. The article presents the influence of polymer additives on the physical-mechanical properties of organic binders for the production of modified bitumen and the experimental data of influence a Kulantau vermiculite on the properties of an organic binder to obtain a bitumen road.

Keywords: bitumen, polymer waste, organic binder, modification, vermiculite.

УДК 624.011

¹Е.Т. Боташев, ¹К.К. Сырманова, ²А.Ф. Кемалов. ¹Ж.Б. Калдыбекова

(¹М.О. Әуезов ат. Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы

²Қазан федералды университеті, Қазан, Ресей Федерациясы)

БИТУМДЫ ПОЛИМЕРЛІ МАТЕРИАЛДАРМЕН МОДИФИЦИРЛЕУ АРҚЫЛЫ ЖОЛ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТАРЫН ҚҰРУДЫҢ БОЛАШАҒЫ

Аннотация. Мақалада органикалық байланыстырушы заттардың полимерлі модификаторларды қосумен мұнай битумдарының техникалық сипаттамаларын арттыру туралы деректерді орындау және қамтамасыз етуі керек негізгі міндеттер қарастырылады. Битумдағы қайталама тығыздықты полиэтилен концентрациясын жоғарылату арқылы органикалық байланыстырғыштың тұтқырлық деңгейі төмендейді, қатайтылады. Жұмсарту нүктесі 65 ° С-қа дейін көтеріледі, бұл олардың жоғары жазғы температурада жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Сондай-ақ, икемділік жақсарады және минералды компоненттермен адгезия жақсарады, бұл органикалық байланыстырғыштарды қолдану арқылы жол бетінің беріктігі мен су өткізгіштігі төмендейді.

Негізгі сөздер: Битум, полимерлік қалдықтар, органикалық байланыстырғыш, модификация, вермикулит.

Жол жабындарының эксплуатациялық қасиеттерінің сақталуы көбінесе битумның уақыт өте қасиеттерінің тұрақтылығына байланысты. Жол жабындарының сапасы негізі қолданылатын битумның сапасына тәуелді. Ұзақмерзімді жабындарды салу үшін, битум бірнеше қасиеттерге ие болу керек. Жол жабындарына қойылатын маңызды талаптардың бірі оның ұзақ мерзімге тұрақтылығы мен жарылуға төзімділігі болып саналады. Қазақстанда жоғары сапалы битумды өнімді өндіру үшін мұнай қоры жеткілікті. «Западная Европа – Западный Китай» сияқты жол жобаларын іске асыру жол битумдарын тұтынудың өсуіне алып келді. Кең территорияда орналасқан Қазақстан жол материалдарын жылына шамамен 600 мың тонна тұтынады. Сондықтан сапалы және жол битумына деген сұраныстың қажеттілігі бар.

Қазақстанға битумды жеткізетін Ресей елі, ол жақтан жылына шамамен 300 мың т. жол битумы тасымалданады. Сонымен қатар, ескеретін жағдай, шет жақтан жеткізілетін битумның сапасы жол-климаттық зонаның әртүрлілігімен сипатталатын республиканың заманауи жол құрылысы талаптарына сай келмейді.

Әдебиетте келтірілген мәндерге [1-3] сай жол құрылысында органикалық байланыстырғыш материалдарға қойылатын үш негізгі міндеттер қарастырылады.

Битумның бірінші міндеті минералды материалдар бөлшектері өзара жабысуы керек. Бұл кезде судың әсерімен ұзақ мерзімде қолданғанда битумның тас материалдарына адгезиясы жақсы болу керек. Битумның тұтқырлығының жоғарылауы минералды материалдар жазықтығына адгезиясын жоғарылатады, бірақ тұтқырлығы жоғары битумдарды пайдалану олардың сынғыш болуы үнемі тиімді мақсатты емес.

Асфальттыбетонға кеуекті құрылымды құру тәсілі пайдаланады, ол кезде оған судың әсері минималды болуы керек және суға ұзақ мерзімге тұрақты талапқа сай коэффициентін қамтамасыз ету қажет. Беттік актив заттарды пайдалану тәсілі бар, бірақ белгілі БАЗ ішінде жұмыс температурасында ескіруі және минералды материалдармен көрсеткішінің төмендеуіне алып келуі мүмкін.

Пайдалану мерзімі кезінде жарылу, толқын, ығысу, үгітілуі мен түсінің өзгеруін болдырмау үшін битумның екінші міндетіне әсер ететін кернеудің релаксациялық қабілеттілігі жатады ол температура төмендеп өзгергенде және тасымалдау құралдарының қозғалысы мен бірденнен тоқтауынан пайда болады, себебі битум ескіруге ұшырайды және уақыт өте әлдеқайда сынғыш болады.

Жоғары температураларда, 50°C-тан көп, битум серпімді - тұтқыр немесе тұтқыр реологиялық күйге өтеді, бұл кезде келесі күтілуі мүмкін, яғни ол осы температурада шебенканы ұстай алмауы мүмкін, себебі битумның жұмсару температурасы 50°C. Битум термопласттар қатарына жатады және сондықтан тасымалдау құралдарының дөңгелегі көпреттік әсер еткен кезде иілімді қайтымды емес деформация жиналады, бұл кезде жалпы деформацияның ол 80% құрайды. Жол жабындарында үгітілу, ығысу, толқындар, тағалған бөлшектер пайда болады. 20°C төмен теріс температураларда битум сынғыш болып келеді, яғни жол жабындарына жарылуға төзімді қажеттілік қамтамасыз етілмейді. Бұл кезде шебенка қабаттардан ұшады, ал асфальтта жақсы көрінетін көлденең жарылулар пайда болады, сонымен қатар битум қабыршағында асфальт көлемінде көзге көрінбейтін микрожарылыстар пайда болады. Микрожарылыстар асфальттың микрокеуектеріне судың енуіне, одан кейін минералды материалдар жазықтығына түсуіне септігін тигізеді.

Мұнай битумдары дисперсті ортамен тұрақты емес, оның қасиеттері уақыт өте түрлі факторлар әсерінен өзгереді: температура, уақыт, араластыру, қатты дене бетімен жанасу, қоршаған ортаның тотықтырғыш әсері, салқындату жылдамдығы және тағы басқа.

Жүктемелердің көпреттік және динамикалық әсері мен температуралық кернеулері жарылу процесінің пайда болуын тездетеді, ары қарай жабындарға ол температуралық жарылулар арқылы материал қабатына судың жеңіл енуі үдетіледі. Бұл жол жабындарының құрылымының өзгеруінің және қызмет ету мерзімінің нормадан аз болуының негізгі себебі болып табылады.

Яғни, жол битумдары жарылуға жеткілікті түрде төзімді емес, жылуға қажетті түрде тұрақты емес және созылмалдылығы жеткілікті емес, себебі битумға талап етілетін сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін ол пайдаланудың барлық жағдайларында қайтымды деформацияға қабілеттілігі болуы керек.

Битумдарға деген үшінші міндетке 130-160°C қыздырған кезде битум тұтқырлығы төмен сұйықтыққа өту қабілеттілігі жатады, яғни оның минералды материалдар жұқа бөлшектерінің қабатымен араласуға және қосылуға қабілетті. Битум 160°C-қа дейінгі температурада минералды

материалдармен тез және жақсы араластырылады.

Жол жабындарында жарылу, ығысу, үгітілуі мен тесіктердің пайда болуының себебі битумның ескіруі, яғни қызмет ету мерзімінің қысқаруы жатады.

Ескіруді болдыратын негізгі факторлардың біріне битум компоненттерінің оттегі және сумен өзара әсер етуін санайды, су одан суда ерімейтін қосылыстарды жууға қабілетті; температуралы ауытқулар, температура тотығу процесін белсендіреді; битумның металлоорганикалық қосылыстары минералды материалдар жазықтықтарына каталитикалық әсері; инфрақызыл және ультракүлгін сәулелерінің әсері; механикалық жүктемелер жатады.

Битумның асфальтты бетон жабынында ескіруі оның эксплуатациялық қасиеттерін жақсарту мүмкіндіктерін қарастыру мәселесі қойылады. Жол битумдары қасиеттерін жақсартудың мақсатты және тиімді әдісіне қазіргі таңда оның құрамына полимерлі модификаторларды органикалық байланыстырғыш материалдарды енгізу процесі мойындалатын.

Мұнай битумдарының техникалық сипаттамаларын жоғарылату үшін полимерлі-битумды байланыстырғыштарды ала отырып, оған полимерлі модификаторларды қосу кең қолданылады.

Полимерлі-битумды байланыстырғыштарды төртінші буын битумы деп атайды және оны алдағы уақытта қолдану ешқандай күдік тудырмайды, себебі олар біруақытта қажетті температуралы жарылуға төзімділікті, жоғары коррозиялық тұрақтылықты, жылуға төзімділікті, ығысуға төзімді және арнайы жолдардың ұзақ мерзімге беріктігін айтады.

Модифицирленген битумдарды пайдаланған асфальтты жабындардың көптеген учаскелері өздерін жүктердің қозғалысы өте көп кезінде өздерін жақсы ұсынады.

Бұл жұмыста Шымкент битум зауыты «Газпромнефть-Битум Казахстан» ЖШС БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы қолданылған. Зауыттың өнімділігі жылына 500 тонна. Битумды өндіру үшін шикізат ретінде Омск МӨЗ «Газпромнефть-Омский НПЗ» ЖШС жеткізілетін гудрон (вакууммен айдаудың ауыр мұнай қалдығы) болып табылады. БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы мұнай өңдеудің ірітоннажды өнімі ол бағалы техникалық қасиеттердің жинағымен сипатталады және жол құрылысында кең түрде қолданылады.

3-кесте ұсынылып отырған битумның физико-механикалық қасиеттері келтірілген.

1-кесте. БНД 70/100 физико-механикалық қасиеттері.

№	Көрсеткіштері	Мәні
1.	Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм:	
	25 °C-та	75
	0 °C-та	22
2.	Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °C	48
3.	25°C-та созылмалдылығы, см	115
4.	Шынылану температурасы, °C	-20
5.	Тұтану температурасы, °C	240

Полимерлі модификаторларды, яғни битумды-полимерлі композицияларды ала отырып, оны енгізу арқылы битумның қасиеттерін айтарлықтай жақсартуға болады.

Екіншілік полиэтилен 1:1 қатынаспен битуммен тұрақты түрде араластыру арқылы араластырылады. Пластификатор ретінде И-20А индустриалды майы қолданылды. Кесте 2 модифицирленген битум алу үшін органикалық байланыстырғыштың физико-механикалық қасиеттерін зерттеудің нәтижелері келтірілген.

Тығыздығы төмен екіншілік полиэтиленнің концентрациясын жоғарылатқан сайын битумда органикалық байланыстырғыштың битумдағы тұтқырлық дәрежесі төмендейді, яғни әлдеқайда қатты болады.

Жұмсару температурасы 65°C-қа дейін жоғарылайды, ол деген жоғары жазғы температураларда оны эксплуатациялауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, созылмалдылығы жоғарылайды және минералды компоненттермен адгезиясы жақсартылады, ол деген осы органикалық байланыстырғышты пайдалану арқылы жол жабындарының беріктігі мен суға төзімділігін қамтамасыз етеді.

2-кесте. Модифицирленген битум алу үшін органикалық байланыстырғыштың физико-механикалық қасиеттері

№	Көрстекіштері	Екіншілік ПЭНП битумдағы қатынастарының көрсеткіштері					
		0%	1%	2%	3%	4%	5%
1.	Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм:						
	25 °C-та	75	67	64	61	55	50
	0 °C-та	22	24	23	23	21	20
2.	25°C-та созылмалдылығы, см	115	47	27	19	12	7
3.	СмІШ бойынша жұмсару температурасы, °C	48	51	55	59	62	65
4.	Созылмалдылығы Б, %	-	39	40	42	52	55

Шет ел және отандық ғалымдардың көптеген зерттеулері келесіні көрсетті, яғни битумды полимерлі қосымшалармен модифицирлеу полимерлі-битумды байланыстырғыш (ПББ) алуға мүмкіндік береді, ол ішкі құрылысын деформациялау кезінде кейбір ішкі армирленген материал ретінде жұмыс істей бастайды. Негізі полимерлі қосымшалар дисперсті ортада таралған немесе битумда жеке құрылымды торын түзе отырып

құрылымды өзгертетін қосымша болып саналады. Полимерлі каркас бір жағынан беріктік, жоғары температурада ағуы тоқтатылады және басқа жағынан – битумды материалдардың жұмысқа білеттілік диапазонын кеңейте отырып, төмен температурада деформациялық қасиеттерін қамтамасыз етеді. [4, 5]. Битумдарды полимерлі модификаторлармен компаундирлеу жоғары сапалы битум алу үшін болашағы бар және инновациялық тәсілдердің біріне жатады.

Тәжірибе көрсеткендей, полимерлі-битумды заттарға деген сұранысы әлдеқайда көп. ПББ кәдігі битумнан температураның өзгеруінен үлкен төзімділікпен ерекшеленеді, олар желімденбеген және бөлшектері жақсы байланысуымен сипатталады.

Л. М. Гохмана [6-7] жұмысында көрсеткендей, ПББ біруақытта жоғары созылмалдылықпен (70% жоғары), минус 60°C-қа дейінгі серпімділікпен және 75°C дейінгі жұмсару температурасымен, минералды материалдың қышқыл сонымен қатар негізгі жыныстармен жақсы байланысымен сипатталады.

ПББ маңызды компонентіне пластификаторлар жатады, ол компаундның сынғыш температурасын айтарлықтай төмендетіп қана қоймай, сонымен қатар оны дайындау және пайдалану кезінде технологиялылығын жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Полимерлер минималды мөлшермен полимерлі макромолекулалармен кеңістік құрылымды тор түзе отырып битумда ериді.

Келтірілген мәндерден көрініп тұрғандай полимердің ПББ құрамына қарамай пластификатордың құрамын жоғарылатқан сайын ПББ жарылуға төзімділігі жоғарылайды, ал полимердің мөлшері 3% масс. жоғары болғанда пластификатордың нақты құрамымен максимум арқылы өтеді, ол деген құрылымды аралық пластификациялаудың эффектісімен түсіндіріледі.

ПББ созылмалды торы оған жоғары созылмалдылық қасиет бергенмен бірге оны битумнан принципіалды түрде ерекшелендіреді, яғни оған теріс температураларда бағыт алу қабілеттілігін береді. Бағыт алу механизм процестері осы тордың жоғары тұтқыр системасының иілімділік деформирленуімен қабілеттілендірілген, ол ПББ құрылымды торды созылған аралықта, осы материалды армирлей отырып тіркеуге қабілетті.

Полимерлермен модифицирленген битумдарды дайындаудың белгілі тәсілдерін анализдей отырып, келесіні көрсетті, олардың бәрі де жоғары температураны (150-200°C) және компоненттердің белсенді араласуын қарастырады.

Битумның қасиеттерін модификациялау үшін көптеген полимерлердің (полиэтилен, полипропилен, этилен-пропиленді каучуктер, термоэластопласттар және т.б.) таралу температурасы олардың битуммен араласу температурасынан айтарлықтай жоғары. Сондықтан битум массасында полимерлердің термомеханикалық түрде құрылымын өзгерту реакциясы жүрмейді. Айта кету керек, полимермен модифицирленген битумның құрылысы технологиялық температурада ереже бойынша, салқындатқаннан кейін де сақталады.

Бұл деген ПББ тұтқырлығының температураны төмендеткенде бірденнен түсіп кетуінен болады, ол дисперсті системаның ажырауына тосқауыл болады. Бөлме температуасы мен пайдаланудың кәдімгі жағдайларында ПББ, ереже бойынша микро- немесе макробіртекті емес система, яғни олар композициялық материалдар болып саналады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Гохман Л.М. Битум, полимер-битуинозды байланыстырғыштар, асфальт, полимер-бетон. Оқу-әдістемелік құрал. - М.: «ЭКОН-ИНФОРМ» ЖАҚ, 2008 ж. - 117 б.
- [2] Суняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Мұнай дисперсті жүйелер. М., Химия, 1990, - 226
- [3] Мамытбеков Г.К., Қожабеков С.С., Айдарова С.Б. Физика-химиялық механика және мұнай дисперсті жүйелердің реологиясы. - Алматы: «Мектеп», 2009 ж. – 192.
- [4] Гуреев А.А. Органикалық байланыстың технологиясы / А.А. Гуреев, Л.М. Гохман, Л.П. Гилязетдинов.-М: MINEX және ГПИ Губкин атындағы мемлекеттік кәсіпорны 2006 ж.-46б
- [5] Котов С.В. Өзгеретін қоспалармен жол битумы / С.Котов, Г.В. Тимофеев, С.В. Леванова және басқалар. 2002 ж., №3-С52-53 отын және май химиясы және технологиясы.
- [6] Гохман Л.М. Полимердің тиімділігі. Полимерлі бетон жабындарына арналған өнеркәсіп майын қолданудың артықшылықтары / Гохман Л.М. // Автожолдар, 2012, -№1-П.38-45б.
- [7] К.Сырманова, Е.Т.Боташев, А.Ф. Кемалов, Калдыбекова, Ж. В. «Төмен тығыздықты полиэтиленмен мұнай жол битумын модификациялауды зерттеу» Журнал «Химияның шығыс журналы» (ISSN: 09758585, Индия) 2017 ж. Том.33, № (1): Pg.470-477б.
- [8] Кутый Ю.А., Тілешев Е.Г., Хайрудинов И.Р., Везиров Р.Р., Викторова Г.Н., Ризванов Т.М. Жол битумын өндірудің әртүрлі технологияларының тиімділігін талдау / / Мұнай өңдеу және мұнайхимия. Sat.n.c. IPNHP. - Уфа, 2001. - Шығарылым. XXXIII. - П. 34-38.

Боташев Е.Т., Сырманова К.К., Кемалов А.Ф., Калдыбекова Ж.Б.

Перспективы создания дорожных вяжущих модифицированием битумов полимерными материалами

Резюме: В статье рассмотрены основные задачи, которые должны выполнять органические вяжущие, и приведены данные по повышению технических характеристик нефтяных битумов при добавлении в них полимерных модификаторов. Показано, что с повышением концентрации вторичного полиэтилена низкой плотности в битуме уровень вязкости органического связующего понижается, становясь более твердым. Температура размягчения повышается до 65°C, это позволяет их эксплуатацию при высоких летних температурах. Также повышается эластичность и улучшается адгезия с минеральными компонентами, что обеспечивает прочность и водостойкость дорожного покрытия с применением данных органических связующих

Ключевые слова: Битум, полимерные отходы, органическое связующее, модификация, вермикулит.

Botashev E.T., Syrmanova K.K., Kemalov A.F., Kaldybekova Zh.B.,

Prospects of creation of road bitters by bitumen modification by polymeric materials

Summary The article describes the main tasks which should be performed the organic binders and given the data for improving the performance of bitumen when adding polymer modifiers.

It is shown that with increasing the concentration of low density recycled polyethylene in the bitumen, the level of viscosity of the organic binder is reduced, becoming more solid.

The softening temperature is increased to 65°C, it allows their operation at high summer temperatures.

Also increases elasticity and improves the adhesion with mineral components that provides strength and water resistance of the road surface with the use of these organic binders.

Keywords: bitumen, polymer waste, organic binder, modification, vermiculite

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

<i>Байбатиша Ә.Б., Омарова Г.М.</i>	3
ҚЫРҒЫЗ-ТЕРСКЕЙ ЗОНАСЫ ПАЛЕОЗОЙ МАГМАЛЫҚ ЖАРАЛЫМДАРЫНЫҢ МАНТИЯЛЫҚ КӨЗІ ТУРАЛЫ	
<i>Нурабаева Л.С.</i>	8
ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДА ТУРИЗМДІ ДАМУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ.....	
<i>Ділдабеков Н.К.</i>	13
ҚАРАШЫҒАНАҚ КЕН ОРНЫ ЖИНАУЫШТЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ АНАЛИЗІ.....	
<i>Кочетков А.О.</i>	19
ГЕОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ШҮ-САРЫСУ СИПАТТАМАСЫ.....	
<i>Нурабаева Л.С.</i>	25
АЛЬТЕРНАТИВТІ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ.....	
<i>Жангужина А.А., Джаналеева Г.М., Берденов Ж.Г.</i>	30
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЕСІЛ ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОГРАФИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЛЫПТАСТЫРУЫ	
<i>Дьячков Б. А., Ойцева Т. А., Матайбаева И. Е., Кузьмина О. Н., Айтбаева С. С.</i>	
ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН СІРЕК МЕТАЛДЫ КЕНДЕНУДІҢ БОЛАШАҒЫН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯ-ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ПЕН ПЕТРОГЕОХИМИЯЛЫҚ БОЛЖАУ КРИТЕРИЙЛЕРІ.....	36

Техникалық ғылымдар

<i>Байкенова Г.М., Ибекеев С.Е.</i>	46
КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ АРҚЫЛЫ СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС.....	
<i>Ширяева О.И., Самигулин Т.И.</i>	
БӨЛУ ПРОЦЕДУРАСЫН ПАЙДАЛАНЫП, МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНДАҒЫ КҮРДЕЛІ ОБЪЕКТІНІ SMART-ЖҮЙЕСІМЕН БАСҚАРУДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ	50
<i>Куатов Б.</i>	
ҚҰЙМАЛЫ – ИЛЕМДЕУ ЖАБДЫҒЫНЫҢ ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯСЫ.....	56
<i>Даурова Р.В., Елемесов К.К., З. Б. Имансакипова</i>	
ЕКІ ЛЕКТОРДЫҢ БІРІГІП ДӘРІСТІ ОҚЫТУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ.....	61
<i>Дараев А.М. Нурпеисова Д.А.Авельбекова С.Ш.</i>	
ANYLOGIC СИМУЛЯЦИЯЛЫҚ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС АРҚЫЛЫ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	64
<i>Увалиева И.М., Бельгинова С.А.</i>	
МЕДИЦИНАЛЫҚ ДИАГНОЗ ҚОЮ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ДИАГНОСТИКАЛАУ НЫСАНЫНЫҢ ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ ҮЛГІСІН ҚҰРУ	69
<i>Ескендірова Д.М., Тойлыбекқызы Ф.</i>	
ЖҮК ЖЕТКІЗУДІҢ ОҢТАЙЛЫ ЖОСПАРЛАУ ҮШІН ӘДІСТЕМЕЛЕРДІ ШОЛУ.....	75
<i>Сапаров Б.</i>	
ҚАЛЫПТАРДЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ҰЗАҚТЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ТӘСІЛДЕРІ.....	78
<i>Нуралықызы С., Шазінда Ф.С.</i>	
МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫЛАРҒА АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР.....	82
<i>Нуралықызы С., Кенжегулов А.К., Сапанов Н.А.</i>	
ОҚУШЫ ПРОФИЛІНІҢ БІРЫҢҒАЙ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ЕНДІРУДІҢ ТИІМДІЛІГІ.....	86
<i>Байтілес Н.С., Байғаринов А.М.</i>	
ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІН БАСҚАРУДЫҢ ВЕБ-БАҒДАРЛАМАСЫН ҚҰРУ.....	90
<i>Жұнусбекова А.С., Қанатов М.Қ.</i>	
БІЛІМ ҚОРЫН ПАЙДАЛАНАТЫН КЕЛІСІМ-ШАРТТЫ АВТОМАТТЫ ГЕНЕРАЦИЯЛАУ БАҒДАРЛАМАСЫН ҚҰРАСТЫРУ	95
<i>Нурабаева Л.С.</i>	
МОДУЛЬДІК ОҚЫТУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	102
<i>Калдыгосов Е.К., Калдыгосов А.Е., Танашев С.Т., Идирисов М.Д., Албаева Ж.Т., Джунусбеков Н.Е.</i>	
АВТОМОБИЛЬДІ БЕНЗИННІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЖАҚСARTУДА ОКСИГЕНАТТАРДЫ ҚОСУ.....	106
<i>Самбаев Е., Жумалина А.Г., Сакагучи А., Эндо С., Хоши М., Жумадилов К.Ш.</i>	
АСТАНА ҚАЛАСЫ АТМОСФЕРАСЫНДАҒЫ АУАНЫҢ ЛАСТАУЫН ЗЕРТТЕУ.....	110
<i>Паничкин А.В., Дербисалин А.М., Джумабеков Д.М., Имбарова А., Алибеков Ж.</i>	
V ТОБЫНДАҒЫ ЭЛЕМЕНТТЕР НЕГІЗІНДЕГІ СУТЕГІӨТКІЗГІШТІ МЕМБРАНАЛАР	116

<i>Оңғаров Н.Қ.</i> МҰНАЙ КЕН ОРНЫН ӨНДЕУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ	121
<i>Раскалиев А.С., Богуспаев Н.Б., Мурзалиев А.Т.</i> SDR ТЕХНОЛОГИЯ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРАЛҒАН КОРРЕЛЯТОР GPS ҚАБЫЛДАҒЫШЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ТАЖІРИБЕЛІ СЫНАУ	125
<i>Бекбай А. Т., Бигалиева Ж.С.</i> РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР ТОБЫН БЕЙІМДЕЛГІШ ӘДІС НЕГІЗІНДЕ БАСҚАРУДЫҢ АЛГОРИТМДІК СИНТЕЗІ.....	131
<i>Бекбай А.Т., Бигалиева Ж.С.</i> ЖЕР ОРБИТАСЫНДАҒЫ СЕРІКТЕРТЕРДІ ТОПТАУЫН ФОРМАЦИЯМЕН БАСҚАРУ АЛГОРИТМІ.....	135
<i>Сейтказенова К.К., Арапов Б.Р., Шокобаева Г.Т., Телешева А.Б.</i> КАВИТАЦИЯНЫҢ КОНСТРУКЦИОНДЫ МАТЕРИАЛДАРҒА БҰЗУШЫЛЫҚ ӘСЕРІ.....	140
<i>Егембердиева М.Ж.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ КАЛАЛЫҚ ҚОҒАМДЫҚ КӨЛІК ҚОЗҒАЛЫСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖӘНЕ ТИІМДІЛЕУ	143
<i>Ердосов Ж.Ж.</i> КҮРДЕЛІ АЛЫНАТЫН МҰНАЙ ҚОРЛАРЫН ҚАБАТТЫҢ СУЛАНУЫМЕН КЕШ ДАМУ САТЫСЫНДАҒЫ МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ	148
<i>Советтурсынова А.А., Асылбек А.Е.</i> MVC ПАТТЕРНІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ WEB ҚОСЫМШАСЫН ҚҰРУ	152
<i>Бисаринова А.Т., Омарбекұлы Т., Мамырова А.Қ.</i> АТМОСФЕРАҒА ЗИЯН ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІНІҢ КЕЗЕҢДЕРІ.....	157
<i>Жукешов Ә.М., Амренова А.У., Габдуллина А.Т., Бағыдан К., Асылхан А., Ерлан С.</i> ЖЕЛ ЖҮКТЕМЕСІН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЕКІ ОСЫТІ ТРЕКЕРДЫ СЫНАУ	163
<i>Нуралықызы С., Уахитова А.С.</i> «УНИВЕРСИТЕТ КАМПУСЫ» ҚҰЖАТ АЙНАЛЫМЫНЫҢ ІШКІ ЖҮЙЕСІН ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ.....	166
<i>Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Әсетқызы А., Әбен А.С.</i> ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛИГОНДАҒЫ ЖОҒАРЫДӘЛДІКТІ НИВЕЛИРЛЕУДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІН ӨНДЕУ	170
<i>Искакова А.М., Омирбекова Ж.Ж., Лукманова Ж.С.</i> КӨМІР ЖӘНЕ БИОМАССАЛАРДЫҢ ФИЗИКА – ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ	175
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> КЕУЕКТІК ҚҰРЫЛЫМДЫ ЯЧЕЙКАЛАРДА БІРЛІК БУ КӨПІРШІГІНІҢ ҚАЙНАУЫ КЕЗІНДЕГІ ЖЫЛУ АҒЫНЫНЫҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫ.....	181
<i>Ұзақов Я. М., Джетписбаева Б. Ш., Кожახиева М. О., Қалдарбекова М. А., Даулетханқызы А.</i> ӨСІМДІК ҚОСПАСЫ ҚОЛДАНЫП ҚОЙ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМНЫҢ ТҰЗДЫҚ ИНГРЕДИЕНТТЕРІНІҢ СІҢҮ МЕН ТАРАЛУ МЕХАНИЗМДЕРІН ЗЕРТТЕУ	187
<i>Михайлова С.Л., Приходько О.Ю., Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Максимова С.Я., Манабаев Н.К., Дайнеко Е.А.</i> А-С-Н ҚАБЫҚША ҚҰРЫЛЫМЫНА ТҮНДІРУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	191
<i>Дәрібаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Құтжанова А.Н.</i> БҰРҒЫЛАУ ШЛАМЫ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛЫҒАН ЖЕҢІЛ БЕТОН ТОЛТЫРҒЫШЫНЫҢ ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ	196
<i>Дараев А.М., Джунусов Н. А., Ибекеев С.Е.</i> ЭЛЕКТРҚОЗҒАЛТҚЫШТАР БІРКОНТУРЛЫҚ КҮН ФОТОЭЛЕКТРЛІК СТАНЦИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ	202
<i>Дараев А.М., Джунусов Н. А., Ибекеев С.Е.</i> КҮН ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЗАУЫТЫНДАҒЫ КЕЙІНГІ ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІ.....	206
<i>Кенесбаев Р.М., Алыбаев Ж.А., Көккөзов Д.Қ., Маулимов А.Е.</i> ДАЙЫН ТИТАН ҚҰЙМАДАҒЫ АҚАУЛАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ.....	209
<i>Муслимов А.П., Гинятуллина А.М.</i> АВТОМАТТЫ ЖҮЙЕ КЕРІ МЕХАНОГИДРАВЛИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫСПЕН	211
<i>Достаева А.М., Доспаев М.М., Фигуринене И.В., Кажикенова С.Ш.</i> Fe-C-Si-Mn-Al СИСТЕМА ҚОРЫТПАЛАРЫНЫҢ ЫСТЫҚҚА БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ АЛЮМИНИЙДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ	214

Даурова Р.В., Елемесов К.К., Имансакипова З.Б.	
ҚАБАТТЫҢ ТҮП АЙМАҒЫНА ӘСЕР ЕТУ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ.....	220
Мұслимов А.П., Гинятуллина А.М.	
РЕТТЕГІШ ШЫҒЫСЫНЫҢ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫСПЕН.....	228
Мұқаши Ж.Б., Кексенбекова С.Г.	
ОҚУ ПРОЦЕСІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ	232
Бисаринова А.Т.	
МЕГАПОЛИСТІҢ АУА БАССЕЙІНІНІҢ МОНИТОРИНГІН ЖАСАУ ҮШІН ҒАЖ ЖОБАЛАУДЫҢ ПРОГРАММАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫН ҚҰРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	235
Мұқаши Ж. Б., Ибекеев С. Е.	
БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ БІЛКІЛІГІН ДАМУДАҒЫ КОМПЬЮТЕРДІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ	239
Қамшы А.Т	
ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІНЕ АРНАЛҒАН АНЫҚ ЕМЕС ЛОГИКА АЛГОРИТМІН ЗЕРТТЕУ.....	241
Дуаметұлы Б., Калауов Б.П.	
ЖЕҢІЛ СУЛЫ РЕАКТОРЛАРДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ.....	244
Бочкарев П. Ю., Гумаров Г.С., Мендалиева С.И.	
ҚАЗІРГІ ЗАМАНДАҒЫ КЕСЕТІН ҚҰРАЛДАРДЫ БЕРІКТЕНДІРУ ӘДІСТЕРІ.....	251
Шарипова Н.Н., Глуценко Т. И.	
ИНТЕЛЛЕКТАУЛДЫ АВТО КӨЛІК ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕЛЕР	255
Ахметов Б.Б., Терейковский И.А., Алибиева Ж.М.	
ДАУЫС БИОМЕТРИЯЛЫҚ АУТЕНТИФИКАЦИЯ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ФОНЕМАЛАРДЫ ТАНЫП БІЛУГЕ АРНАЛҒАН НЕЙРОЖЕЛІЛІК МОДЕЛДЕРДІҢ КІРІС ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ	261
Колесников А.С., Торебекова А. М., Шегенова Г. К., Охапова К. Т., Касимова Ж.Ж., Жакипбаев Б.Е., Кочеров Е.Н.	
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ИКЕМДІЛІК КОЭФИЦИЕНТІНІҢ ӨЗІРЛЕНІП ЖАТҚАН БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІСІНІҢ НЕГІЗІНДЕ БЕНТОНИТТІ САЗ.....	267
Григорьева С.В., Дмитриева Т.С., Титов Д.Н.	
ОҚУ МЕКЕМЕСІ МЫСАЛЫМЕН ЖАРЫҚ ДИОДЫНЫҢ ЖҮЙЕСІН ЖАРЫҚТАНДЫРУДЫҢ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ	273
Тулкбаева А.К., Тоқтабек А.Ә., Отуншиева А.Е., Турдыбекова Д.А., Кенжеханова М.Б.	
ШҰБАТ ТАҢБАЛАУ САПАСЫН БАҒАЛАУ ҮШІН ТҰТЫНУ ӨЛШЕМДЕРІН ӨЗІРЛЕУ.....	278
Серикбаев Б. Е., Колесников А.С., Жакипбаев Б.Е., Кочеров Е.Н., Естауова А.А., Колесникова О.Г.	
М600 МАРКАЛЫ ЦЕМЕНТ НЕГІЗІНДЕГІ БЕТОН ҚОСПАСЫНЫҢ КОНУСЫНЫҢ ШӨГУІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ	284
Худякова Т. М., Гаспарян Е. В., Колесников А. С.	
ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК МИНЕРАЛДЫҚ ШИКІЗАТТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШ ЗАТТАР АЛУ МҮМКІНДІГІ ЗЕРТТЕУ	295
Худякова Т. М., Барбанягрэ В. Д., Таймасов Б. Т., Колесников А. С.	
НҮГІЗІ ТӨМЕН ТЕЗ ҚАТАЯТЫН ЦЕМЕНТ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ	302
Худякова Т. М., Барбанягрэ В. Д., Таймасов Б. Т., Колесников А. С.	
ӨЗІРЛЕУ АЗЭНЕРГИЯЛЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ БІРІ НИЗКООСНОВНЫХ ШИКІЗАТ ҚОСПАЛАРЫН.....	307

Физика-математика ғылымдары

Джумабаев Д.С., Муканова М.Ф.	
ФРЕДГОЛЬМ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕНДЕУІ ҮШІН СЫЗЫҚТЫ ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ ЖУЫҚТАЛҒАН ШЕШУ ӘДІСІ.....	313
Исахов А.А., Ажикенов А.А.	
МАХТЫҢ КІШІ САНДАРЫ БОЙЫНША АҚЫРҒЫ АРАЛЫҒЫНЫҢ ҚАНАТЫНЫҢ АЙНАЛАСЫНДАҒЫ АҒЫНЫНЫҢ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ.....	323
Жантурина Н.Н., Мясникова Л.Н., Бармина А.А.	
ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ЖӘНЕ ДЕФОРМАЦИЯНЫҢ СІЛТІЛІ ГАЛОИДТЫ КРИСТАЛДАРДА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯНЫҢ ЖӘНЕ АҚАУЛАР ПАЙДА БОЛУЫНЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТИІМДІЛІКТЕРІНЕ ӘСЕР ЕТУІ	332
Исахов А.А., Тәжігүлов А.А.	
СТАЦИОНАРЛЫ ЕМЕС НАВЬЕ-СТОКС ТЕНДЕУЛЕР НЕГІЗІНДЕ БӨЛІНГЕН АҒЫМДАРДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ПІШІНДЕУ	337

Химия-металлургия ғылымдары

<i>Танашев С.Т., Идирисов М.Ж., Калдығозов Е.К., Албаева Ж.Т., Танашев А.С., Жолдасбек А.М.</i> ЕКІНШІ РЕТТІК ГАЗОЙЛДЕРДІ ЖӘНЕ МҰНАЙ ҚҰРАМДЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНЫП КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГ ҮДЕРІСІН ЖЕТІЛДІРУ	347
<i>Көккөзов Д.Қ., Сейітбеков Ж.С., Усольцева Г.А.</i> СҰЙЫҚ ФАЗАЛЫ ИЛЬМЕНИТТІ БАЛҚЫМАНЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ПРОЦЕСІНЕ КӨМІР ҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	352
<i>Ким Е.Р., Уалиханов Р.Е., Укубасова Д.Т., Гриценко Л.В., Байгаринова Г.А., Абдуллин Х.А.</i> ГИДРОТЕРМАЛДЫҚ ӘДІСПЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН СУЛЬФИД КАДМИЙДІН ҚАБАТЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҚАСИЕТІ	360
<i>Боташев Е.Т. , Сырманова К.К., Кемалов А.Ф., Калдыбекова Ж.Б.</i> ЖОЛ БИТУМДАРЫН АЛУ ҮШІН КУЛАНТАУ ВЕРМИКУЛИТІНІҢ ОРГАНИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШҚА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ	365
<i>Боташев Е.Т. , Сырманова К.К., Кемалов А.Ф., Калдыбекова Ж.Б.</i> БИТУМДЫ ПОЛИМЕРЛІ МАТЕРИАЛДАРМЕН МОДИФИЦИРЛЕУ АРҚЫЛЫ ЖОЛ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТАРЫН ҚҰРУДЫҢ БОЛАШАҒЫ.....	370

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

<i>Байбатиша А.Б., Омарова Г.М.</i> О ЕДИНОМ МАНТИЙНОМ ИСТОЧНИКЕ ПАЛЕОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ КЫРГЫЗСКО-ТЕРСКОЙ ГЕОСУТУРНОЙ ЗОНЫ	3
<i>Нурабаева Л.С.</i> ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ.....	8
<i>Дильдабеков Н.К.</i> АНАЛИЗ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЧАГ АНАК.....	13
<i>Кочетков А.О.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШУ-САРЫСУ.....	19
<i>Нурабаева Л.С.</i> ИСТОЧНИКИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ.....	25
<i>Жангужина А.А., Джаналеева К.М., Берденов Ж.Г.</i> ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ.....	30
<i>Дьячков Б. А., Ойцева Т. А., Матайбаева И. Е., Кузьмина О. Н., Айтбаева С. С.</i> ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА.....	36

Технические науки

<i>Байкенова Г.М., Ибекеев С.Е.</i> БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ С ПОМОЩЬЮ ВИДИМОГО СВЕТА	46
<i>Ширяева О.И., Самигулин Т.И.</i> РАЗРАБОТКА SMART-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ОБЪЕКТОМ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕДУРЫ РАЗВЯЗЫВАНИЯ.....	50
<i>Куатов Б.</i> ЛИТЕЙНО – ПРОКАТНЫЙ АГРЕГАТ С ПРОДОЛЬНО – КЛИНОВЫМ ПРОКАТНЫМ СТАНОМ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	56
<i>Даурова Р.В., Елемесов К.К., Имансакипова З. Б.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ	61
<i>Дараев А.М., Нурпеисова Д.А., Авелбекова С.Ш.</i> АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ ANYLOGIC.....	64
<i>Увалиева И.М., Бельгинова С.А.</i> РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМАХ ПОСТАНОВКИ МЕДИЦИНСКОГО ДИАГНОЗА.....	69
<i>Ескендирова Д.М., Тойлыбекқызы Ф.</i> ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ.....	75
<i>Сапаров Б.</i> МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШТАМПОВ.....	78
<i>Нуралыкызы С., Шазинда Ф.С.</i> ОПЕРАЦИОННЫЙ СИСТЕМА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	82
<i>Нуралыкызы С., Кенжегулов А.К., Сапанов Н.А.</i> СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛЯ УЧЕНИКА ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	86
<i>Байтилес Н.С., Байгаринов А.М.</i> РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ.....	90
<i>Жунусбекова А.С., Канатов М.К.</i> РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ДОГОВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ.....	95
<i>Нурабаева Л.С.</i> ТЕХНОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ.....	102
<i>Калдыгозов Е.К., Калдыгозов А.Е., Танашев С.Т., Идирисов М.Д., Албаева Ж.Т., Джунусбеков Н.Е.</i> ДОБАВКА ОКСИГЕНАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ.....	106

Самбаев Е.К., Жумалина А.Г., Сакагучи А., Эндо С., Хоши М., Жумадилов К.Ш. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В АТМОСФЕРЕ ГОРОДА АСТАНЫ.....	110
Паничкин А.В., Дербисалин А.М., Джумабеков Д.М., Имбарова А., Алибеков Ж. ВОДОРОДО-ПРОНИЦАЕМЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОВ V ГРУППЫ.....	116
Онгаров Н.К. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕОТДАЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ЗАВОДНЕНИИ ПЛАСТОВ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ.....	121
Раскалиев А.С., Мурзалиев А.Т., Богуснаев Н.Б. ОПЫТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОРРЕЛЯТОРА ПРИЕМНИКА GPS НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ SDR.....	125
Бекбай А. Т., Бигалиева Ж.С. СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППЫ РОБОТОВ – МАНИПУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО МЕТОДА	131
Бекбай А.Т., Бигалиева Ж.С. АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМАЦИЕЙ ГРУППИРОВКИ СПУТНИКОВ НА ОРБИТЕ ЗЕМЛИ	135
Сейтказенова К.К., Арапов Б.Р., Шокобаева Г.Т., Телешева А.Б. ОЦЕНКА РАЗРУШАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КАВИТАЦИИ НА КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	140
Егембердиева М.Ж. ФОРМИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА Г. АЛМАТЫ.....	143
Ердосов Ж.Ж. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПОЗДНИХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ.....	148
Советтурсьнова А.А., Асылбек А.Е. РАЗРАБОТКА WEB ПРИЛОЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАТТЕРНА MVC.....	152
Бисаринова А.Т., Омарбекұлы Т., Мамырова А.К. ЭТАПЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ.....	157
Жукешов А.М., Амренова А.У., Габдуллина А.Т., Бағыдан К., Асылхан А., Ерлан С. РАЧЕТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ И ИСПЫТАНИЯ ДВУХОСЕВОГО ТРЕКЕРА	163
Нуралықызы С., Уахитова А.С. РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА «КАМПУС УНИВЕРСИТЕТА».....	166
Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Әсетқызы А., Әбен А.С. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫСОКОТОЧНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ.....	170
Искакова А.М., Омирбекова Ж.Ж., Лукманова Ж. С. ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЯ И БИОМАССЫ.....	175
Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. ПЛОТНОСТЬ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ КИПЕНИИ ОДИНОЧНОГО ПАРОВОГО ПУЗЫРЯ В ЯЧЕЙКАХ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ.....	181
Узаков Я. М., Жетписбаева Б. Ш., Кожახиева М. О., Калдарбекова М. А., Даулетханқызы А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОНИКНОВЕНИЯ РАССОЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ БАРАНИНЫ	187
Михайлова С.Л., Приходько О.Ю., Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Максимова С.Я., Манабаев Н.К., Дайнеко Е.А. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ПЛЕНОК а-С:Н.....	191
Дәрібаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Құтжанова А.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИСТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ.....	196
Дараев А.М., Джунусов Н.А., Ибекеев С.Е., ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДНОКОНТУРНОГО СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ.....	202
Дараев А.М., Джунусов Н.А., Ибекеев С.Е. РЕЖИМЫ РАБОТЫ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ.....	206
Кенесбаев Р.М., Алыбаев Ж.А., Коккозов Д.Қ., Маулимов А.Е. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ГОТОВОМ ТИТАНОВОМ СЛИТКЕ.....	209
Муслимов А.П., Гинятуллина А.М. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ОБРАТНОЙ МЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ.....	211

<i>Достаева А.М., Доспаев М.М., Фигуринене И.В., Кажикенова С.Ш.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛЮМИНИЯ НА ЖАРОПРОЧНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Fe-C-SI-MN-AL.....	214
<i>Даурова Р.В., Елемесов К.К., Имансакипова З. Б.</i> СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗОБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА.....	220
<i>Муслимов А.П., Гинятуллина А.М.</i> РЕГУЛЯТОР РАСХОДА С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ	228
<i>Мұқаш Ж.Б., Кексенбекова С.Г.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ.....	232
<i>Бисаринова А.Т.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИС МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА МЕГАПОЛИСА.....	235
<i>Мұқаш Ж.Б., Ибекеев С.Е.</i> ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЕМЫХ.....	239
<i>Қамшы А.Т.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	241
<i>Дуаметулы Б., Калауов Б.П.</i> ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕГКОВОДЯНЫХ РЕАКТОРОВ	244
<i>Бочкарев П.Ю., Гумаров Г.С. Мендалиева С.И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ.....	251
<i>Шарипова Н.Н., Глуценко Т. И.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ.....	255
<i>Ахметов Б. Б., Терейковский И.А., Алибиева Ж.М.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ФОНЕМ В СИСТЕМАХ ГОЛОСОВОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ.....	261
<i>Колесников А.С., Торебекова А. М., Шегенова Г. К., Охапова К. Т., Касимова Ж.Ж., Жакипбаев Б.Е., Кочеров Е.Н.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПЛАСТИЧНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО БУРОВОГО РАСТВОРА НА ОСНОВЕ БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНЫ.....	267
<i>Григорьева С.В., Дмитриева Т.С., Титов Д.Н.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УЧЕБНОГО ЗДАНИЯ.....	273
<i>Тулекбаева А.К., Токтабек А.А., Отунишева А.Е., Турдыбекова Д.А., Кенжеханова М.Б.</i> РАЗРАБОТКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МАРКИРОВКИ ШУБАТА.....	278
<i>Серикбаев Б. Е., Колесников А.С., Жакипбаев Б.Е., Кочеров Е.Н., Естауова А.С., Колесникова О.Г.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДКИ КОНУСА БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА МАРКИ М600.....	284
<i>Худякова Т. М., Гаспарян Е.В., Колесников А. С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	295
<i>Худякова Т. М., Барбаниягрэ В.Д., Таймасов Б. Т., Колесников А. С.</i> НИЗКООСНОВНЫЙ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЙ ЦЕМЕНТ: ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ	302
<i>Худякова Т. М., Барбаниягрэ В.Д., Таймасов Б. Т., Колесников А. С.</i> РАЗРАБОТКА МАЛОЭНЕРГОЁМКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА ИЗ НИЗКООСНОВНЫХ СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ.....	307

Физико-математические науки

<i>Джумабаев Д.С., Муканова М.Ф.</i> ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ФРЕДГОЛЬМА.....	313
<i>Исахов А.А., Ажикенов А.А.</i> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КРЫЛА КОНЕЧНОГО РАЗМАХА ПРИ МАЛЫХ ЧИСЛАХ МАХА.....	323.....
<i>Жантурина Н.Н., Мясникова Л.Н., Бармина А.А.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ НА ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ.....	332
<i>Исахов А.А., Тэжигулов А.А.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА.....	337

Химико-металлургические науки

<i>Танашев С.Т., Идирисов М., Калдыгозов Е.К., Албаева Ж.Т., Танашев А.С., Жолдасбек А.М.</i> ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОЙЛЕЙ ВТОРИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ.....	347
<i>Коккозов Д.К., Сейитбеков Ж.С., Усольцева Г.А.</i> ВЛИЯНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ПРОЦЕСС ЖИДКОФАЗНОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ ИЛЬМЕНИТА.....	352
<i>Ким Е.Р., Уалиханов Р.Е., Укубасова Д.Т., Гриценко Л.В., Байгаринова Г.А., Абдуллин Х.А.</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА НА СВОЙСТВА СЛОЁВ СУЛЬФИДА КАДМИЯ.....	360
<i>Боташев Е.Т., Сырманова К.К., Кемалов А.Ф. Калдыбекова Ж.Б.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КУЛАНТАУСКОГО ВЕРМИКУЛИТА НА СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ	365
<i>Боташев Е.Т., Сырманова К.К., Кемалов А.Ф. Калдыбекова Ж.Б.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ДОРОЖНЫХ ВЯЖУЩИХ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ БИТУМОВ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	370

CONTENTS

Earth sciences

<i>Baibatsha A.B., Omarova G.M.</i> ABOUT THE UNIFIED MANTLE SOURCE OF PALEOZOIC MAGMATIC FORMATIONS OF THE KYRGYZ-TERSKEY GEOSUTURE ZONE.....	3
<i>Nurabaeva L.S.</i> POSSIBILITY OF DEVELOPING TOURISM IN ZHAMBYL REGION.....	8
<i>Dildabekov N.K.</i> ANALYSIS OF RESERVOIR PROPERTIES AT KARACHAGANAK FIELD.....	13
<i>Kochetkov A.O.</i> CHARACTERISTICS OF THE GEOLOGICAL MODEL OF SHU-SARYSU	19
<i>Nurabaeva L.S.</i> AN ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY	25
<i>Zhanguzhina A.A., Janaleyeva K.M., Berdenov Zh.G.</i> FORMATION OF A MODERN HYDROGRAPHIC NETWORK IN THE ESIL BASIN.....	30
<i>Dyachkov B. A., Oitseva T. A., Mataibaeva I. E., Kuzmina O. N., Aitbaeva S. S.</i> GEOLOGICAL-STRUCTURAL AND PETROGEOCHEMICAL CRITERIA FOR FORECASTING AND ASSESSING PROSPECTS FOR RARE METAL MINERALIZATION IN EAST KAZAKHSTAN.....	36

Technical sciences

<i>Baikenova G.M., Ibekeev S.E.</i> WIRELESS COMMUNICATION USING VISIBLE LIGHT.....	46
<i>Shiryayeva O.I., Samigulin T.I.</i> DEVELOPMENT OF A SMART CONTROL SYSTEM FOR A MIMO PLANT OF OIL AND GAS INDUSTRY WITH USING DECOUPLING.....	50
<i>Kuatov B.</i> THE FOUNDRY AND ROLLING UNIT WITH IT IS LONGITUDINAL – THE MAPLE ROLLING MILL OF A NEW DESIGN.....	56
<i>Daurova R.V., Elemesov K.K., Imansakipova Z. B.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ	61
<i>Daraev A.M. Nurpeisova D.A. Auelbekova S.S.</i> RELIABILITY ANALYSIS OF WIRELESS NETWORKS AND SIMULATION MODELING IN ANYLOGIC.....	64
<i>Uvaliyeva I.M., Belginova S.A.</i> DEVELOPMENT OF THE CONCEPTUAL MODEL OF THE DIAGNOSTIC OBJECT IN THE MEDICAL DIAGNOSIS SYSTEMS.....	69
<i>Ескендірова Д.М., Тоильбекқызы F.</i> REVIEW OF THE METHODS OF SOLVING THE PROBLEMS OF OPTIMIZING THE OPTIMUM PLANNING OF THE DELIVERY OF GOODS.....	75
<i>Saparov B.</i> METHOD OF ENSURING DURABILITY OF STAMPS.....	78
<i>Nuralykyzy S., Shazinda F.S.</i> OPERATION SYSTEM FOR MOBILE DEVICES.....	82
<i>Nuralykyzy S., Kenzhegulov A.K., Sapanov N.A.</i> EFFICIENCY CREATION AND IMPLEMENTATION THE PROFILE STUDENT OF THE UNIFIED INFORMATION SYSTEM.....	86
<i>Baitiles N.S., Baigarinov A.M.</i> THE DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR A LEARNING MANAGEMENT SYSTEM	90
<i>Zhunosbekova A.S., Kanatov M.K.</i> THE DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR THE AUTOMATIC GENERATION OF CONTRACTS USING THE KNOWLEDGE BASE.....	95
<i>Nurabaeva L.S.</i> THE TECHNOLOGY AND PECULIARITY OF MODULE TEACHING.....	102
<i>Kaldkozov E.K., Kaldkozov A., Tanashev A.S., Idrisov M.D., Albaeva Zh.T., Dzhusupbekov N.E.</i> ADDITION OF OXYGENATES FOR THE IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL PROPERTIES OF MOTOR GASOLINES.....	106

<i>Sambayev Y.K., Zhumalina A.G., Sakaguchi A., Endo S., Hoshi M., Zhumadilov K.Sh.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В АТМОСФЕРЕ ГОРОДА АСТАНЫ.....	110
<i>Паничкин А.В., Derbissalin A., Dzhumabekov D.M., Imbarova A., Alibakov Zh.</i>	
HYDROGEN PERMEABLE MEMBRANES BASED ON V GROUP METALS.....	116
<i>Ongarov N.K.</i>	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF OIL FIELD DEVELOPMENT.....	121
<i>Raskaliyev A.S., Murzaliyev A.T., N.B. Boguspaev</i>	
EXPERIMENTAL TESTS OF THE SOFTWARE FOR GPS RECEIVER BACKEND BASED ON SDR TECHNOLOGY.....	125
<i>Bekbay A. T., Bigalieva Zh.S.</i>	
SYNTHESIS OF CONTROL ALGORITHMS FOR ROBOTS – MANIPULATORS ON THE BASIS OF AN ADAPTIVE METHOD.....	131
<i>Bekbay A.T., Bigalieva Zh. S.</i>	
CONTROL ALGORITHMS OF A FORMATION OF GROUP OF SATELLITES IN EARTH ORBIT	135
<i>Seytkazenova K.K., Arapov B.R., Shokobaeva G.T., Telesheva A.B.</i>	
ASSESSMENT OF THE DESTRUCTIVE EFFECT OF CAVITATION ON STRUCTURAL MATERIALS.....	140
<i>Yegemberdiyeva M.Z.</i>	
FORMATION AND OPTIMIZATION OF URBAN PUBLIC TRANSPORT ROUTES IN ALMATY...	143
<i>Yerdosov Zh.Zh.</i>	
INCREASING THE EFFICIENCY OF OIL RECOVERY OF HARD-TO-RECOVER RESERVES IN THE FLOODING OF SEAMS AT A LATE STAGE OF DEVELOPMENT.....	148
<i>Sovettursynova A.A., Asylbek A.E.</i>	
DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION USING THE MVC PATTERN.....	152
<i>Bissarinova A.T., Omarbekuly T., Mamyrova A.K.</i>	
STAGES OF SIMULATION MODELING OF THE DISTRIBUTION OF HARMFUL EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE.....	157
<i>Zhukeshov A.M., Amrenova A.U., Gabdullina A.T., Bagydan K., Assylkhan A., Erlan S.</i>	
WIND LOAD CALCULATION AND TESTING OF DUAL-AXIS TRACKER.....	163
<i>Nuralykyzy S., Uahitova A.S.</i>	
DEVELOPMENT OF SUBSYSTEM OF THE DOCUMENT «CAMPUS OF UNIVERSITY».....	166
<i>Kalybekov T., Zhakypbek Y., Assetkyzy A., Aben. A.S.</i>	
PROCESSING OF RESULTS OF HIGH-PRECISION LEVELING ON A GEODYNAMIC RANGE....	170
<i>Iskakova A., Omirbekova Zh., Lukmanova Zh</i>	
RESEARCH AND ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COAL AND BIOMASS.....	175
<i>Genbach A.A., Jamankulova N.O.</i>	
DENSITY OF THE HEAT FLUX AT THE BOILING OF A SINGLE STEAM BUBBLE IN CELLS OF POROUS STRUCTURES.....	181
<i>Uzakov Y. M., Zhetpisbayeva B. Sh., Kozhahieva M. O., Kaldarbekova M. A., Dauletkhankyzy A.</i>	
INVESTIGATION OF BRINE PENETRATION MECHANISM IN THE PRODUCTION OF NATIONAL MEAT PRODUCTS FROM LAMB.....	187
<i>Mikhailova S.L., Prihodko O.Yu., Mukhametkarimov E.S., Dauthan K., Maksimova S.Ya., Manabaev N.K., Daineko E.A.</i>	
INFLUENCE OF DEPOSITION TEMPERATURE ON THE A-C:H FILMS STRUCTURE.....	191
<i>Daribayev Zh. E., Daribayeva N. G., Kutzhanova A. N.</i>	
DEFINING THE PHYSICO-TECHNICAL PROPERTIES OF POROUS FILLERS OF CONCRETE ON BASE OF THE DRILLING FLUIDS.....	196
<i>Daraev A.M., Dgynysov N.A., Ibekeev S.E.</i>	
RESEARCH OF THE DYNAMIC PROPERTIES OF A SINGLE-CONNECTED ELECTRIC DRIVE OF A SOLAR PHOTOELECTRIC STATION.....	202
<i>Дараев А.М., Джунусов Н.А., Ибекеев С.Е.</i>	
РЕЖИМЫ РАБОТЫ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ.....	206
<i>Kenesbaev R.M., Alybayev J. A., Kokkozov D.K., Maulimov A.E.</i>	
THE DANGER OF DEFECTS IN THE FINISHED TITANIUM INGOT.....	209
<i>Muslimov A.P., Ginyatullina A.M.</i>	
AUTOMATIC SYSTEM WITH REVERSE MECHANOHYDRAULIC COUPLING.....	211

<i>Dostaeva A.M., Dospaev M.M., Figurinene I.V., Kazhikenova S.Sh.</i> INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ALUMINUM ON THE HIGH-TEMPERATURE PROPERTIES OF Fe-C-Si-Mn-Al ALLOYS.....	214
<i>Daurova R.V., Elemesov K.K., Imansakipova Z. B.</i> MODERN METHODS OF INFLUENCING TO THE BOTTOMHOLE FORMATION ZONE.....	220
<i>Muslimov A.P., Ginyatullina A.M.</i> FLOW REGULATOR WITH MECHANICAL LINKAGE.....	228
<i>Mukash Zh.B., Keksenebekova S.G.</i> THE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE LEARNING PROCESS.....	232
<i>Bissarinova A.T.</i> FEATURES OF SOFTWARE DEVELOPMENT FOR GIS MONITORING OF THE AIR BASIN OF A MEGACITY.....	235
<i>Mukash Zh.B., Ibekeev S. E.</i> THE INTRODUCTION OF COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF INFORMATION COMPETENCE.....	239
<i>Kamshy A.T.</i> THE STUDY FUZZY LOGIC ALGORITHM FOR DISTANCE LEARNING.....	241
<i>Duametuly B., Kalauov B. P.</i> ENERGY EFFICIENCY OF LIGHT-WATER REACTORS.....	244
<i>Bochkarev P.U., Gumarov G.S., Mendalieva S.I.</i> MODERN METHODS OF HARDENING THE CUTTING TOOL.....	251
<i>Sharipova N.N., Glushchenko T. I.</i> INTELLIGENT LIGHTING SYSTEM OF VEHICLE.....	255
<i>Akhmetov B.B., Tereykovsky I.A., Alibiyeva Zh.M.</i> DETERMINATION OF INPUT PARAMETERS OF NEURAL NETWORK MODEL DESIGNED TO RECOGNIZE PHONEMES IN THE VOICE BIOMETRIC AUTHENTICATION SYSTEMS.....	261
<i>Kolesnikov A. S., Torebekova A. M., Shegenova G. K., Ohapova K.T., Kasimova Zh.Zh., Zhakipbayev B. E., Kocherov E. N.</i> MATHEMATICAL MODELING OF THE COEFFICIENT OF PLASTICITY DEVELOPED DRILLING MUD BASED ON BENTONITE CLAY.....	267
<i>Grigoryeva S.V., Dmitrieva T.S., Titov D.N.</i> EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY OF LED LIGHTING SYSTEMS BY THE EXAMPLE OF AN EDUCATIONAL BUILDING.....	273
<i>Tulekbaeva A.K., Toktabek A.A., Otunshieva A. E, Turdibekova D.A., Kenzhekhanova M.B</i> DEVELOPMENT OF CONSUMER CRITERIA FOR ASSESSING THE QUALITY OF SHUBAT MARKING.....	278
<i>Serikbaev B.E., Kolesnikov A.S., Zhakipbayev B. E., Kocherov E. N., Estauova A. S., Kolesnikova O. G.</i> MATHEMATICAL MODELING OF PRECIPITATION CONE CONCRETE MIX BASED ON CEMENT M600.....	284
<i>Khudyakova T. M., E. V. Gasparyan, A. S. Kolesnikov</i> RESEARCH OPPORTUNITIES COMPOSITE BINDERS FROM NATURAL AND TECHNOGENIC MINERAL RAW MATERIALS.....	295
<i>Khudyakova T. M., Barbanyagre V. D., Taimasov B. T., Kolesnikov A. S.</i> WEAK BASE RAPID-HARDENING CEMENT: PRODUCTION AND USE.....	302
<i>Khudyakova T. M., Barbanyagre V. D., Taimasov B. T., Kolesnikov A. S.</i> THE DEVELOPMENT OF LOW-ENERGY TECHNOLOGY OF PORTLAND CEMENT RAW MIXTURES OF WEAK BASE.....	307

Physico-mathematical sciences

<i>Dzhumabaev D.S., Mukanova M.F.</i> AN APPROXIMATE METHOD FOR SOLVING A LINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION OF FREDHOLM.....	313
<i>Issakhov A.A., Azhikenov A.A.</i> NUMERICAL SIMULATION OF FLOW AROUND A FINITE SPAN WING AT LOW MACH NUMBERS.....	323.....
<i>Zhanturina N.N., Myasnikova L.N., Barmina A.A.</i> THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND STRAIN ON THE RELATIVE LUMINESCENCE EFFICIENCY AND DEFECT FORMATION IN ALKALI HALIDE CRYSTALS.....	332
<i>Issakhov A.A., Tazhigulov A.A</i> MATHEMATICAL MODELING OF SEPARATED FLOWS ON THE BASIS OF NON- STATIONARY NAVIER-STOKES EQUATIONS.....	337

Chemical and metallurgical sciences

<i>Tanashev S.T., Idirisov M.Dq., Kaldkozov E.K , Albaeva Zh.T., Tanashev A.S., Zholdasbek A.M.</i> INTENSIFICATION OF THE CATALYTIC CRAKING PROCESS WITH THE APPLICATION OF GAS OILS OF SECONDARY ORIGIN AND OIL-CONTAINING WASTES.....	347
<i>Kokkozov D.K., Seitbekov J.S., Usoltceva G.A.</i> THE EFFECT OF CARBON DIOXIDE ON THE PROCESS OF LIQUID-PHASE REDUCTION SMELTING OF ILMENITE.....	352
<i>Kim E.R., Ualikhanov R.E., Ucubasova D.T., Gritsenko L.V. , Baigarinova G.A., Abdullin Kh.A.</i> OPTICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES OF CASMIUM SULFIDE LAYERS, SYNTHESIZED BY HYDROTHERMAL ROUTE.....	360
<i>Botashev E.T., Syrmanova K.K., Kemalov A.F., Kaldybekova Zh.B.,</i> STUDY OF THE INFLUENCE OF THE CULANTOUS VERMICULTITE ON THE PROPERTIES OF ORGANIC BINDING BITUMENS OBTAINING FOR OBTAINING.....	365
<i>Botashev E.T., Syrmanova K.K., Kemalov A.F., Kaldybekova Zh.B.,</i> PROSPECTS OF CREATION OF ROAD BITTERS BY BITUMEN MODIFICATION BY POLYMERIC MATERIALS.....	370

Редакторы:

Н.Ф. Федосенко

Верстка на компьютере:

Л. Касжанова

Подписано в печать 01.06.2017 г.

Формат 60x84 ¹/₈. Усл. п.л 24,1.

Тираж 500 экз. Заказ № 193.

Адрес редакции:

ул. Сатпаева, 22, КазННТУ каб. 502, тел. 292-63-46

Департамент маркетинга и коммуникаций КазННТУ

Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева